MARINE BIOLOGICAL LABORATORY.

Received .....

Accession No. .....

Given by .....

Place, ...

**No book or pamphlet is to be removed from the Laboratory without the permission of the Trustees.

THE BIOLOGICAL LABORATORY
WOODS HOLL
MASS.

ЧЛОТАЛОВЫЙ ЛЕВЕНЬ
МОСКВА
1933

B 5 17

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung

von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**
Professor der Botanik Professor der Zoologie

herausgegeben

von

Dr. J. Rosenthal
Professor der Physiologie in Erlangen.

Erster Band

1881—1882.

Mit 1 Tafel und 5 Holzschnitten.

Erlangen.

Verlag von Eduard Besold.

384

Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Inhaltsübersicht des ersten Bandes.

Die mit * bezeichneten Artikel sind Originalmitteilungen, die mit † bezeichneten Essays, zusammenfassende Uebersichten u. s. w., die nicht bezeichneten Referate, Besprechungen, Kritiken u. s. w.

I. Botanik.

Seite

† G. Berthold, Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen . 289, 321, 353, 417
† Klebs, Pflanzliche Protoplasmabewegung 481, 513, 577
† Steinmann, Fossile Algen 545
† O. Löw u. Th. Bokorny, Unterschied zwischen lebendigem und totem Protoplasma 193
Brügger, Pflanzenbastarde 640
Cario, Tristicha hypnoides 766
Ch. Darwin, Das Bewegungsvermögen der Pflanzen 161
Fr. Darwin, Stellung der Pflanzen zum Licht. Das Wachstum von Pflanzenschnitten 33
Fr. Darwin, Circumnutation 609
Hansen, Adventivbildungen bei den Pflanzen 97
Hildebrand, Lebensdauer und Vegetationsweise der Pflanzen 641
Hoppe-Seyler, Das Chlorophyll 95
Horváth, Hybridbildung bei Pflanzen 608
G. Klebs, Niedere Algenformen 225
G. Kraus, Wasserverteilung in der Pflanze 257
Mattirolo, Das Genus Cora 739
H. Müller, Befruchtung der Alpenblumen durch Insekten 3
H. Müller, Die neuere Blumentheorie 129
M. Nencki, Biologie der Spaltpilze 10
Pfeffer, Pflanzenphysiologie 454
N. Pringsheim, Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion in der Pflanze. Untersuchungen über das Chlorophyll 65
Reinke u. Rodewald, Studien über die Protoplasma 674
A. F. W. Schimper, Entstehung der Stärkekörner 49

Seite
E. Schulze (Zürich), Der Eiweißumsatz im Pflanzenorganismus 7
Schulze u. Barbieri, Allantoin in Pflanzen 643
Schulze u. Barbieri, Phenylamidopropionsäure 643
E. Stahl, Einfluss der Lichtintensität auf das Assimilationsparenchym . . 262
Stahl, Ueber Kompasspflanzen 737
Westermaier u. Ambronn, Schling- und Kletterpflanzen 705
Wiesner, Bewegungsvermögen der Pflanzen 449
Wortmann, Mucorineen 609

II. Zoologie.

* M. Balfour, Entwicklung der Nebennieren 136
* Balfour, Kopfniere der Teleostier 459
* K. Brandt, Färbung lebender Protisten 202
* Brandt, Zusammenleben von Algen und Tieren 524
* J. Brock, Geschlechtsorgane der Muraenoiden 14
* Carrière, Haben die Mollusken ein Wassergefäßsystem 677
* Eimer, Insektenwanderung 549
* Emery, Kopfniere der Teleostier 527
* Entz, Die Chlorophyllkörperchen der niedern Tiere 646
* Jordan, Einfluss des Wassers auf die Muscheln 392
* Karpinski, Begattung der Spinnen 710
* Krause, Sacralhirn der Stegosaurier 461
* Peremeschko, Teilung des Zellkerns 52
* Selenka, Entwicklung der Seeplanarien 229
* Selenka, Eigentümliche Kernmetamorphose 492
* G. C. J. Vosmaer, Fortpflanzung der Spongien 103
† J. W. Spengel, Die Orthonectiden 175
† Steinmann, Neuere Ammonitenforschungen 683
† Wiedersheim, Zur Palaeontologie Nord-Amerikas 359
H. Adler, Generationswechsel der Eichengallwespen 168
Bolau, Fortpflanzung von Scyllium 448
Brady, Tiefsee-Foraminiferen 599
O. Bütschli, Zur Kenntniss der Gregarinen 80
O. Bütschli, Die Fischpsorospermien 294
R. Collett, Fische des nördlichen Eismeers 181
Credner, Die Stegocephalen 611
Doenhoff, Mittlere Lebensdauer der Tiere 62
G. B. Ercolani, Zur Entwicklung des Trematoden 104
J. Gaule, Flimmerepithel der Aricia foetida 55
Gaule, Die Cytozoen 529
A. Gruber, Teilung der Euglypha alveolata 79
A. Gruber, Teilung der Rhizopoden 456
Haller, Systematische Stellung der Würmer 734
O. u. R. Hertwig, Die Cölomtheorie 18
E. Häckel, Entwicklung von Aurelia aurita 265
Hörnes, Die Trilobitengattungen Phacops u. Dalmanites 715
R. Horst, Entwicklung von Hermella alveolata 205
H. Janke, Voraussbestimmung des Geschlechts beim Rinde 270

Seite
J. Kühn, Fruchtbarkeit der Yakbastarde 256
Karsch, Blepharoceriden 455
Krasan, Ursprung der niedrigsten Organismen 733
Lang, Kopulation mariner Dendrocoelen 734
F. Leydig, Die augenähnlichen Organe der Fische 111
Sir John Lubbock, Farbensinn der Ameisen 207
Mac Leod, Zool. Lit. Belgiens 427
E. Meyer, Spermatogenese bei den Säugetieren 133
H. Alleyne Nicholson, Das Genus Monticulipora 107
Owen, Eier der Echidna hystrix 512
Perrier, Die tierischen Kolonien 593
Sluiter, Holothurien von Java 425
A. Stuxberg, Evertebratenfauna des Sibirischen Eismeers 51
Vaissière, Prosopistoma punctifrons 372
Verrill, Marine Fauna der Küsten Neu-Englands 645
C. D. Wallcott, Organisation der Trilobiten 106
M. Wilckens, Naturgeschichte der Haustiere 61
E. Zacharias, Chemische Beschaffenheit des Zellkerns 227

III. Anatomie, Histologie und Entwicklungsgeschichte.

* Bütschli, Paraffineinbettung mikroskopischer Schnitte 591
* L. Gerlach, Die entodermale Entstehung der Chorda dorsalis . . . 21, 38
* A. Rollett, Wirkung von Salzen und Zucker auf die roten Blutkörperchen 183
* v. Thanhoffer, Nervenendigung in den quergestreiften Muskeln 349
† v. Bischoff, Hirngewicht des Menschen 531
† Krause, Zur Histologie der Retina 329, 374
† Obersteiner, Ursprung des Nervus und des Tractus opticus 138
† Obersteiner, Ursprung des Glossopharyngeus 470
† Roux, Der Kampf der Teile im Organismus 241
Bardeleben, Ueber Begleitvenen. — Abstände der Venenklappen 55
O. Becker, Gefäße der menschlichen Macula lutea 239
Bischoff, Windungen des Gorillagehirns 767
J. Dansky u. J. Kostenitsch, Entwicklung der Keimblätter und des Wolffschen Ganges 85
O. Drasch, Verbreitung der Nerven im Dünndarm 208
P. Flechsig, Leitungsbahnen im Großhirn des Menschen 83
Frey, Das Mikroskop 62
Heneage Gibbes, Spermatozoen des Menschen 26
Gruber, Anatomische Notizen 608
His, Lage der Eierstöcke 704
Ibsen, Untersuchungen über das Ohrlabyrinth 686
Klein, Histologische Bemerkungen 114
Klein, Lymphsystem der Haut 742
W. Krause, Zum Spiralsaum der Samenfäden 25
Krause, Tastkörperchen 462
L. Landois, Brütapparat 96
A. Lustig, Nervenendigung in den glatten Muskelfasern 143

Seite
Michel, Iris u. Iritis 735
Pansch, Grenzen der Pleura 399
Pierret u. Renaut, Lymphbahnen der Rinderlunge 498
O. Preiss, Beobachtungen an der Membrana Descemetii 264
Ranvier, Die Hornhaut 613
G. Romiti, Allgemeine Entwicklungsgeschichte 184
G. Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie 56, 429
Stieda, Wölfler, Entwicklung der Blutgefäßdrüsen 284
L. Teichmann, Kitt als Injektionsmasse 63
H. Virchow, Gefäße der Chorioidea. — Ueber Fischaugen 717
Welcker, Anatomische Anstalt zu Halle 479
Wernicke, Lehrbuch der Gehirnkrankheiten 463
Zuckerkandl, Anastomosen der Vv. pulmonales 650

IV. Physiologie.

* C. Peyrani, Funktion der Thalami optici 380
* C. Peyrani, Harnstoff und Sympathicus 599
† Baginski, Funktion der halbzirkelförmigen Kanäle 438
† W. Biedermann, Mechanische, thermische u. elektrische Nervenreizung 281, 298
† Biedermann, Beiträge zur Nerven- u. Muskelphysiologie 746
† S. Exner, Ueber Worttaubheit 29
† S. Exner, Funktionsweise der Facettenaugen 272
† v. Fleischl, Theorien der Farbenwahrnehmung 499
† Glan, Apparate zum Studium der Farbenwahrnehmungen 601
† Kraepelin, Dauer einfacher psychischer Vorgänge 654, 721, 751
† Kunkel, Uebereinstimmung des pflanzl. u. tier. Stoffwechsels 385
† H. v. Meyer, Mechanik des menschl. Ganges 401, 431
† H. Munk, Funktionen der Großhirnrinde 335
† J. Rosenthal, Ueber Atembewegungen 88, 115, 185, 211
† Schmidt-Mülheim, Das Eiweiß auf seiner Wanderung durch den Tierkörper 312, 341, 558
Bieletzky, Die Ursache der Apnoe 743
E. Bleuler u. K. Lehmann, Lichtempfindungen durch Schall 154
E. Brücke, Vorlesungen über Physiologie 158
Drechsel, Bildung des Harnstoffs 472
Th. W. Engelmann, Sauerstoffausscheidung pflanzl. u. tier. Organismen . 223
Engelmann, Einfluss von Verletzungen auf die elektr. Reizbarkeit d. Muskeln 749
S. Exner, Funktionen der Großhirnrinde des Menschen 27, 627
Fano, Pepton u. Trypton 735
Giacosa, Neuere phys.-chem. Arbeiten 703
P. Grützner, Zur Physiologie der Harnsekretion 251
A. Högyes, Die associirten Augenbewegungen 216
Hoppe-Seyler, Einwirkungen des Sauerstoffs anf Gärungen 653
Kossel, Die Nucleine 408
Kossel, Entdeckung des Nucleins 544
J. v. Kries u. Henry Sewall, Summirung untermaximaler Reize 122
Lalesque, Lungenkreislauf 542
J. Leeser, Die Pupillarbewegungen 305

Seite
Van Loon van Iterson, Einfluss von Verletzungen auf d. elektr. Reizbark. d. Muskeln 749
Ch. Lovén, Ueber die Natur der willkürlichen Muskelzusammenziehungen. — Strychnintetanus und willkürliche Muskelkontraktion 123
N. Lunin, Bedeutung der anorganischen Salze für die Ernährung 59
Mac Munn, Farbstoffe des menschlichen Harns 253
R. Maly, Ueber die Dotterpigmente 351
R. Maly, Jahresbericht über Tierchemie 352
H. Munk, Funktionen der Großhirnrinde 31
H. Munk, Hörsphäre der Großhirnrinde 339
H. Munk, Zur Physiologie der Großhirnrinde 626
J. Munk, Einfluss der Ernährung auf die Milchbildung 381
J. Munk, Physiologie des Menschen und der Säugetiere 158
Richet, Wirkung der Elektricität auf Gärungen 736
Sachs, Untersuchungen am Zitteraal 689
Salvioli, Eiweißstoffe im Blutserum 479
W. v. Schroeder, Bildungsstätte der Harnsäure 58
Meade-Smith, Temperatur des gereizten Säugetiermuskels 191
Steiner, Elektrische Erscheinungen an der Netzhaut 220
Tumas, Vereinigung zweier Tiere durch die Haut 704
Weyl, Analytisches Hilfsbuch für phys.-chem. Uebungen 768

V. Pathologie und Varia.

Bochefontaine, Kranzarterienverschließung 767
Cohnheim, Kranzarterienverschließung 476
Cuboni u. Marchiafava, Die Natur der Malaria 254
Grawitz, Buchner, Krankheiterregende Organismen 413
Klebs, Meyer, Bacillus des Abdominaltyphus 571
Kunkel, Eisen nach Blutextravasaten 126
Rindfleisch, Tuberkulose 410
Rothholz, Staphyloma posticum 717
Roussy, Angor pectoris 475
Wernich, Desinfektionslehre 447
H. C. Wood, Das Fieber 145

Th. Ribot, Krankheiten des Gedächtnisses 60
Schultze, Grundgedanken des Materialismus 636
Eine Biologische Station in Australien 384
Krause, Ultramarin im Schnee 576

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **15. April 1881.** **Nr. 1.**

Inhalt: **Müller**, Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassung an dieselben. — **E. Schulze**, Ueber den Eiweissumsatz im Pflanzenorganismus. — **M. Nencki**, Beiträge zur Biologie der Spaltspitze. — **J. Brock**, Untersuchungen über die Geschlechtsorgane einiger Muraenoiden. — **O. u. R. Hertwig**, Die Coelomtheorie. — **L. Gerlach**, Ueber die entodermale Entstehungsweise der Chorda dorsalis. — **W. Krause**, Zum Spiralsaum der Samenfäden. — **Heneage Gibbes**, On human spermatozoa. — **S. Exner**, Ueber die Localisation der Funktionen in der Grosshirnrinde des Menschen. — **S. Exner**, Ueber Worttaubheit. — **H. Munk**, Ueber die Funktionen der Großhirnrinde.

An unsre Leser.

Das Biologische Centralblatt hat den Zweck, die Fortschritte der biologischen Wissenschaften zusammenzufassen und den Vertretern der Einzelgebiete die Kenntnissnahme der Leistungen auf den Nachbargebieten zu ermöglichen. Ohne nach Vollständigkeit zu streben, welche ja doch nicht zu erreichen sein würde, werden wir uns bemühen, alle wichtigen und hervorragenden Forschungen, besonders aber diejenigen, welche ein allgemeineres Interesse haben, ausführlicher zu berücksichtigen. Zur Erreichung dieses Ziels soll das Blatt enthalten:

1) Original-Mitteilungen. Unter dieser Rubrik werden Berichte über Forschungsresultate Aufnahme finden, welche ein allgemeineres Interesse über den Kreis der engeren Fachgenossenschaft hinaus beanspruchen können. Um Misverständnissen vorzubeugen, soll hier ausdrücklich darauf hingewiesen sein, dass es nicht die Absicht ist, ein neues Organ für sogenannte vorläufige Mitteilungen zu den vielen schon bestehenden hinzuzufügen. Solche werden nach wie vor besser den verschiedenen Specialfachblättern zugewiesen werden, während unser Blatt die Mitteilung genügend ausgereifter Arbeiten in kurzer, aber für alle Vertreter der biologischen Fächer verständlicher Form nicht verweigern wird. Rein polemische Artikel sollen dagegen ganz ausgeschlossen sein.

2) Referate. Diese werden den Hauptinhalt des Blatts ausmachen und es soll seine Aufgabe sein, den Inhalt aller einschlagenden gelehrten Arbeiten in knapper, aber verständlicher Weise, sinngetreu in freier, streng wissenschaftlicher Reproduction wiederzugeben. Eine sachliche Kritik soll dabei nicht ausgeschlossen sein, sofern sie sich von allem Persönlichen freihält und in angemessener Form vorgetragen wird. Durch die freundliche Zusage von Fachgelehrten des Auslandes wird es möglich sein, auch über die Erscheinungen der fremden Literaturen in großer Vollständigkeit Berichte zu bringen.

Ein besondrer Wert soll auf Selbstanzeigen gelegt werden. Wir fordern deshalb ausdrücklich alle Herren Gelehrten auf, von ihren in gelehrten Schriften erscheinenden Arbeiten, soweit sie in das Gebiet unsres Blattes gehören, uns sachlich gehaltene Auszüge (mit genauer Angabe der Quellen) einzusenden, und wir hoffen auf diesem Wege eine große Zahl von authentischen Berichten liefern zu können.

3) Zusammenfassende Übersichten. Während die Referate einzelne Arbeiten behandeln, soll über wichtigere Fortschritte der Wissenschaft in besondern, zusammenfassenden Übersichten Bericht erstattet werden, wo nötig unter Rücksichtnahme auf frühere Erscheinungen der Literatur, um so die dauernden Bereicherungen unsres Wissens, gesondert von der Spreu der nur vorübergehend geltenden Einzelbeobachtung, festzustellen und den Boden kennen zu lehren, auf welchen neue Bestrebungen mit Aussicht auf Erfolg sich stützen können.

4) Endlich werden Besprechungen von Büchern, bibliographische Nachweise und kürzere Notizen die in den vorerwähnten Abschnitten gebliebenen Lücken so viel als möglich ausfüllen und ergänzen.

Außer den Hauptfächern der biologischen Naturwissenschaften (Botanik, Zoologie, Anatomie und Physiologie) mit ihren Nebenfächern (Entwickelungsgeschichte, Paläontologie u. s. w.) sollen auch die Ergebnisse andrer Wissenschaften Berücksichtigung finden, soweit sie ein allgemeines biologisches Interesse haben. Es wird freilich erst einer längeren Erfahrung bedürfen, um die Abgrenzung nach allen Seiten hin genau bestimmen zu können; doch soll von vornherein der Grundsatz festgehalten werden, dass nichts unberücksichtigt bleibt, was im Stande ist, die wissenschaftliche Erkenntniss der Lebenserscheinungen zu fördern und zu vertiefen.

Wir verkennen die großen Schwierigkeiten nicht, welche der Ausführung des ziemlich weit gegriffenen Planes im Wege stehen. Aber gestützt auf die Zusagen vieler hervorragender Fachgenossen, werden wir bestrebt sein, dem Ziele immer näher zu kommen und hoffen dabei auf die Mitwirkung aller derjenigen, welchen die Förderung der biologischen Wissenschaften am Herzen liegt.

Erlangen im April 1881. **Die Herausgeber.**

Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben

von

Dr. Hermann Müller,

Oberlehrer an der Realschule I. Ordn. zu Lippstadt.

Mit 173 Abbildungen in Holzschn. Leipzig, Wilh. Engelmann. 1881. IV, 611 S. gr. 8°.

Der von Ch. Darwin [1]) in umfassender Weise experimentell bewiesene Satz, dass aus Kreuzungen getrennter Stöcke hervorgegangene Pflanzen die aus Selbstbefruchtung hervorgegangenen derselben Art im Wettkampf um die Lebensbedingungen besiegen, und dass nur beim Unterbleiben dieses Wettkampfes auch Selbstbefruchtung oft viele Generationen hindurch die Fortpflanzung weiter zu führen vermag, findet in den Tausenden von Tieflands-Pflanzen, deren Blüteneinrichtungen von diesem Gesichtspunkte aus bis jetzt untersucht worden sind, seine ausnahmslose Bestätigung. Dass er nicht minder alpenaufwärts bis zu den äußersten Grenzen der Blumenwelt gilt, wird in dem vorliegenden Werke an den Bestäubungseinrichtungen und der tatsächlich durch Insekten vermittelten Kreuzung einiger hundert Alpenblumen nachgewiesen.

In der Tat lässt sich das Gesammtergebniss aller hier mitgeteilten und größtenteils durch Abbildung veranschaulichten Blumenuntersuchungen dahin zusammenfassen, dass, wie im Tieflande, so bis zum ewigen Schnee hinauf alle Blumen, die durch Farbe, Duft, Honig oder Pollen eine ausreichende Schar von Kreuzungsvermittlern an sich locken, ausschließlich der Kreuzung durch dieselben angepasst sind, während die in dieser Beziehung weniger erfolgreichen Blumen bei ausbleibender Kreuzung mit dem Notbehelf der Selbstbefruchtung vorlieb nehmen.

Für ein volles Verständniss der Blumenformen genügt es indess nicht, die Bedeutung ihrer Eigentümlichkeiten für das Leben der Pflanzen zu kennen; wir müssten vielmehr auch wissen, wie sie zu dem geworden sind, was sie sind, d. h. durch welche aufeinanderfolgenden Abänderungen aus ursprünglichen einfachen die heutigen complicirteren Blumenformen hervorgegangen sind, und welche Veränderungen der Lebensbedingungen die Ausprägung ihrer morphologischen Umwandlungen bedingt haben. Dem ersteren dieser Ziele können wir durch paläontologische und morphologische Vergleiche näher kommen; ein Anstreben des letzteren ist nur auf Grund sicherer Erkenntniss des Zusammenhanges zwischen der Form der Blumen und

---

[1]) Ch. Darwin, the effects of cross- and selffertilisation in the vegetable kingdom. London 1876.

Ch. Darwin's gesammelte Werke. Aus dem Englischen übersetzt von J. Victor Carus. Zehnter Band.

der Art, wie sie von Insekten besucht werden, durch biologischen Vergleich verwandter Formen möglich und wird in dem vorliegenden Werke in der Tat in Bezug auf diejenigen Familien und Gattungen versucht, in denen dazu geeignetes Beobachtungsmaterial vorliegt, namentlich in den Familien der Liliaceen, Crassulaceen, Caryophylleen, Rosifloren, Borragineen, Scrophulariaceen, Primulaceen, Ericaceen und Caprifoliaceen und in den Gattungen Saxifraga, Viola und Gentiana.

So hatte z. B. in der letztgenannten Gattung, nach der auf diesem Wege gewonnenen Auffassung, die Stammform völlig offene Blumen mit fast unverwachsenen Blumenblättern, deren Kreuzung trotz des mannigfaltigsten Insektenbesuches nicht gesichert war, ähnlich wie jetzt noch Gentiana lutea. Später entwickelten sich aus dem gemeinsamen Stamme zwei Familienzweige mit verschiedener Honigabsonderung, die beide durch glockiges Zusammenschließen der Blumenblätter, übrigens aber auf verschiedene Weise, den Hummeln als ihren wirksamsten Kreuzungsvermittlern sich anpassten. Nach dem Vorrücken in falterreiche alpine Gegenden endlich ging aus dem einen dieser beiden Familienzweige (der Untergattung Coelanthe) ein durch Verengung und Einfaltung der Blumenglocke und scheibenförmige Erweiterung der Narbe den Faltern angepasster neuer Familienzweig, (die Untergattung Cyclostigma) hervor, während aus dem anderen (Crossopetalum) ein durch Verengung der Corolla und Ausbildung eines den Blüteneingang schließenden Fransengitters ein den Hummeln und Faltern zugleich angepasster Familienzweig (Entotricha) seinen Ursprung nahm.

Wie in der Gattung Gentiana, so sind überhaupt die Alpen vor dem Tieflande durch einen großen Reichtum von Falterblumen ausgezeichnet; in vielen Fällen ist dieselbe Gattung (Orchis, Viola, Daphne, Rhinanthus, Primula, Erica, Asperula), deren tieflandbewohnende Arten durch Hummeln, Bienen oder Fliegen Kreuzung erfahren, auf den Alpen durch falterblumige Arten vertreten; in mehreren dieser Fälle lässt sich die alpine Art (Viola calcarata, Rhinanthus alpinus, Erica carnea) als aus einer Hummelblume nachträglich in eine Falterblume umgezüchtet erkennen. So hat sich z. B. an den ursprünglich den Hummeln angepassten Blumen der Gattung Rhinanthus zuerst in gleichzeitiger Anpassung an Hummeln und Falter neben der Hummeltür eine besondere Faltertür geöffnet (Rh. Alectorolophus), sodann in ausschließlicher Anpassung an Falter die Hummeltür geschlossen und die Faltertür ist allein geöffnet geblieben (Rh. alpinus), ähnlich wie die ursprünglich kiemenatmenden Wirbeltiere erst Doppelatmer, dann Lungenatmer geworden sind.

Der in diesen Erscheinungen mittelbar zu Tage tretende überschwengliche Reichtum der Alpen an Faltern und deren Einfluss auf Blumenbefruchtung tritt unmittelbar und in voller Bestimmtheit zu Tage in den dem letzten Teile des vorliegenden Werkes eingeschal-

teten 12 Tabellen, in denen über zehntausend teils im Tieflande, teils auf den Alpen beobachtete verschiedenartige Blumenbesuche der Insekten, nach den Anpassungsstufen einerseits der Blumen, andererseits der Insekten geordnet, statistisch zusammengestellt sind. Dieselben ergeben zugleich, dass die für Kreuzung und Züchtung der Blumen so hervorragend wichtigen Hummeln auf den Alpen relativ noch häufiger sind als im Tieflande, dass dagegen die einzeln lebenden Bienen alpenaufwärts sehr spärlich werden, während gleichzeitig die Dipteren, besonders die meist kurzrüsseligen Musciden, an relativer Menge zunehmen. Es kommen nämlich von je 1000 verschiedenartigen Blumenbesuchen:

	im Tieflande	auf d. Alpen überhaupt	über der Baumgrenze
auf			
Falter	69,8	371,5	428,3
Hummeln	97,3	129,0	113,3
einzeln lebende Bienen	279,5	61,2	27,0
Dipteren	305,5	324,9	334,6
Musciden	73,9	154,8	182,4

Dem entsprechend sind auf den Alpen nicht allein speciell den Faltern angepasste Blumen in weit zahlreicheren Arten vertreten, die überdies massenhafter auftreten und viel reichlicheren Falterbesuch erfahren als in der Ebene, sondern auch den Blumen aller anderen Anpassungsstufen[1]) werden sehr viel zahlreichere, wenn auch oft für die Kreuzung erfolglose Falterbesuche zu teil. So empfangen z. B. von den beiden den Bienen angepassten Familien der Labiaten und Papilionaceen im Tieflande die ersteren 75,6 % der ihnen überhaupt zu teil werdenden Besuche von Bienen, 14,8 % von Faltern, die letzteren 73,4 % von Bienen, 16,7 % von Faltern; in den Alpen dagegen empfangen die Labiaten nur 58,3 % der ihnen überhaupt zu teil werdenden Besuche von Bienen und 35,9 % von Faltern, die Papilionaceen sogar nur 40,1 % von Bienen, dagegen 55,6 % von Faltern; ja einzelne alpine Bienenblumen (z. B. Oxytropis lapponica, Polygala alpestris) wurden sogar ausschließlich von Faltern besucht gefunden.

Auch auf die Farbenpracht und den Duft der alpinen Flora ist das vom Tieflande so stark abweichende Zahlenverhältniss, in welchem die verschiedenen Abteilungen blumenbesuchender Insekten hier vertreten sind, von erheblichem Einfluss gewesen. Dem überschweng-

1) Als hauptsächlichste Anpassungsstufen der Blumen werden unterschieden: 1) Pollenblumen 2) Blumen mit offenem Honig 3) Blumen mit teilweiser 4) solche mit vollständiger Honigbergung 5) Dipterenblumen 6) Bienenblumen 7) Falterblumen.

lichen Falterreichtum verdankt sie ausser den nachtblütigen weißen[1]) und einigen blauen (Globularia) zahlreiche prächtig roth gefärbte[2]) und mehrere durch kräftigsten würzigen Duft ausgezeichnete[3]) Blumen, den im Vergleich zum Tieflande relativ häufigeren Hummeln dagegen die anscheinend noch größere Farbenmannigfaltigkeit ihrer Bienen- und Hummelblumen. Als intelligenteste und eifrigste von allen Kreuzungsvermittlern, die überdies als staatenbildende und daher massenhaft auftretende Blumenbesucher auch als unbewusste Blumenzüchter am erfolgreichsten sind, haben nämlich die Hummeln für ihren speciellen Gebrauch eine außerordentliche Mannigfaltigkeit verschieden gefärbter Blumen gezüchtet und sich so ein sofortiges Erkennen und unmittelbar nach einander Ausbeuten der einzelnen Arten und dadurch raschere und erfolgreichere Arbeit ermöglicht.

Es ist in der Tat eine bemerkenswerte Erscheinung, die hier zum erstenmale beleuchtet wird, dass die einem gemischten Kreise kurzrüsseliger Gäste angepassten Blumenformen gewöhnlich durch umfassende Gruppen verwandter Arten hindurch dieselbe (meist weiße oder gelbe) Blumenfarbe besitzen, selbst wenn mehrere Arten an denselben Standorten gleichzeitig neben einander blühen[4]), dass dagegen nächstverwandte Hummelblumen desselben Standortes in der Regel von verschiedener Farbe sind, die sie auf den ersten Blick unterscheiden lässt[5]).

Dass es wirklich in erster Linie das durch die massenhafte Brutaufziehung gesteigerte Nahrungsbedürfniss ist, welches die Hummeln zu den eifrigsten Aufsuchern tiefer Honigquellen und dadurch zu unbewussten Züchtern zahlreicher verschieden gefärbter Hummelblumen gemacht hat, wird am anschaulichsten durch die zur Kukukslebensweise übergegangenen Hummeln (Psithyrus) illustrirt, die in aller Behaglichkeit meist nur solche Blumen besuchen, aus denen sie mit geringster Mühe den für ihre eigene Beköstigung nötigen Honig gewinnen können.

Wie Falter und Hummeln so haben die als unbewusste Blumenzüchter wirkenden Insekten überhaupt ihrer eigenen Unterscheidungsfähigkeit und Neigung entsprechend auch die Farben und Düfte der Blumen beeinflusst. Aasfliegen und sonstige fäulnissstoffliebende Dipteren bevorzugen und züchten in Blumen trübe, schmutzig gelbe, leichenfarbig fahlbläuliche oder schwärzlich purpurene Farben und

---

1) Paradisia Liliostrum, Asperula taurina u. a.

2) Saponaria ocymoides, Silene acaulis, alpine Primula- und Dianthusarten, Erica carnea u. a.

3) Gymnadenia, Nigritella, Daphne striata.

4) Z. B. Umbelliferen, Ranunculus, Potentilla, Alsineen, Cruciferen, Compositen.

5) Z. B. Lamium, Salvia, Teucrium, Pedicularis, Trifoliumarten.

solche Gerüche, durch die sie zu ihren gewöhnlichen Nahrungsquellen geleitet werden. Die übrigen kurzrüsseligen Blumengäste werden durch die lichtstärkeren weißen und gelben Blumenfarben auffallend stärker angelockt, als durch die lichtschwächeren roten, violetten und blauen, wogegen die langrüsseligen (unter den Dipteren z. B. die langrüsseligsten Syrphiden: Volucella, Rhingea und die Bombyliden) wie an Rüssellänge so auch in ihrer Unterscheidungsfähigkeit für Blumenfarben fortgeschritten sind und daher vielfach gerade die von der Concurrenz der kurzrüsseligen am meisten verschont bleibenden roten, violetten und blauen Blumen bevorzugen. Dem entsprechend sind in den verschiedendsten Familien (z. B. Liliaceen, Ranunculaceen, Caryophylleen, Gentianeen) die ursprünglichsten offenen Blumen mit allgemein zugänglichem Honig gelb oder weiß gefärbt, und erst mit der Anpassung der Blumen an langrüsseligere Gäste pflegen auch rote, violette oder blaue Blumen zur Ausprägung zu gelangen. Dem entsprechend ist ferner die hochalpine Region, in der ein Reichtum an Dipteren, besonders Musciden stark hervortritt, auch durch massenhaftes Auftreten weißblumiger Alpineen, weißer und gelblicher Saxifragen ausgezeichnet.

Die Alpenblumen variiren in Bezug auf Farbe, Größe, Zahl der Blütenteile, Stellung und Gestalt der ganzen Blumen und ihrer Teile, endlich in Bezug auf die Entwickelungsreihenfolge und Verteilung der Geschlechter und Sicherung der Kreuzung bei eintretendem, der Ermöglichung spontaner Selbstbefruchtung bei ausbleibendem Insektenbesuch, wie durch zahlreiche Beispiele belegt wird, noch jetzt in dem Grade, dass eine von jeher stattfindende gleiche Variabilität sie befähigen musste, nicht zu plötzlichen Veränderungen der Lebensbedingungen sich immer von neuem anzupassen, so sich immer weiter zu differenziren und im Laufe ungemessener Zeiträume aus einigen wenigen einfachen ursprünglichen Blumenformen zu der erstaunlichen Mannigfaltigkeit zu entwickeln, die uns heute vorliegt.

Hermann Müller (Lippstadt).

E. Schulze (Zürich). Ueber den Eiweissumsatz im Pflanzenorganismus.

(Landwirthschaftl. Jahrbücher Bd. IX p. 689.)

Wenn über die Entstehung und Umwandlung der Kohlehydrate, namentlich des ersten sichtbaren Assimilationsproductes, der Stärke, einige Klarheit vorhanden ist, so mangelt dieselbe in Bezug auf die Eiweißstoffe. Der Verf. vorliegenden Aufsatzes hat in demselben seine früher über denselben Gegenstand publicirten Arbeiten (Vgl. Landw. Jahrb. 1876, 1877, 1878) mit durch neue Versuche erhaltenen Ergebnissen zusammengefasst.

In den Keimpflanzen des Kürbis, der Lupine und der Sojabohne entsteht ein Gemenge verschiedener Producte der Eiweißzersetzung und zwar finden sich hier dieselben Körper, welche bei Zersetzung des isolirten Eiweißes durch Alkalien und Säuren entstehen: Leucin, Tyrosin, Glutamin, Asparagin. Die nach einer in der Arbeit nachzusehenden Methode aus Lupinenkeimlingen gewonnenen Substanzen waren ein Gemenge dieser Amidverbindungen und einer dem Schützenberger'schen Tyroleucin ähnlichen Amidosäure. Letztere Substanz wurde neben Asparagin in größerer, Tyrosin in ganz geringer Menge erhalten. Alle diese Körper müssen beim Keimungsprocess entstehen, denn sie konnten aus ungekeimten Lupinensamen nicht abgeschieden werden, wie denn überhaupt in ungekeimten Samen höchstens Spuren amidartiger Substanzen vorkommen.

Wenn nun schon die Amidverbindungen mit den Producten, welche das aus dem Organismus isolirte Eiweiß liefert, identisch sind, so ist doch das Mengenverhältniss, in welchem sie bei der Keimung entstehen, ein anderes. Während nach den Angaben von Habermann, Rittshausen, Schützenberger, Hlasiwetz in größter Menge Leucin bei der Eiweißzersetzung auftritt, findet sich dieser Körper in Keimen nur in geringer Menge. Andererseits tritt das Asparagin, welches bei künstlicher Zersetzung der Eiweißstoffe in ziemlich geringer Quantität erhalten wird, in den Keimlingen in größerer Menge auf.

Ueber die Bedeutung des Asparagins hat Pfeffer eine Hypothese aufgestellt. Nach derselben vermittelt das Asparagin die Translocation der Reserveeiweißstoffe, indem es wieder zu Eiweiß regenerirt wird: „Wie Glycose Baumaterial für die Zellhaut ist, so ist das Asparagin Baumaterial für die stickstoffhaltigen, zumeist wohl eiweißartigen Stoffe".

Die Basis für diese Annahme sind Pfeffer's Untersuchungen von Lupinenkeimlingen: In der keimenden Lupine tritt Asparagin auf im parenchymatischen Gewebe der Rinde, des Markes, in manchen Zellen in großer Menge. Bei normaler Entwicklung verschwindet das Asparagin, wird aber die Pflanze im Dunkeln oder in kohlensäurefreier Atmosphäre kultivirt, dann bleibt das Asparagin in reichlicher Menge erhalten. Dieses Verhalten ist dadurch bedingt, dass Asparagin an Kohlenstoff procentisch ärmer ist als die Eiweißstoffe, und also Kohlenstoff aufnehmen muss, wenn wieder Eiweißstoffe entstehen sollen. Das ist aber nur unter gleichzeitiger Zersetzung organischer Substanz möglich; fehlt letztere, so ist die Regeneration des Asparagins zu Eiweißstoffen unmöglich, ein Fall, der nach Verbrauch des stickstofffreien Reservematerials sowohl im Dunkeln, als auch im Licht dann eintritt, wenn die Blätter in kohlensäurefreier Atmosphäre nicht assimiliren können. Wird aber unter normalen Verhältnissen von den chlorophyllhaltigen Organen organische Substanz aus Kohlensäure und

Wasser producirt, so wird auch hiemit das Material geschaffen, auf dessen Kosten aus Asparagin Eiweißstoffe entstehen können.

Durch Untersuchungen von Borodin wurde ermittelt, dass auch in grünen Pflanzenteilen Asparagin sich findet, dass dasselbe also nicht nur als Zwischenproduct bei der Translocation des Reserveeiweißes auftritt. Borodin glaubt, dass überhaupt ein abwechselnder Zerfall und eine Regeneration des Eiweißes im Pflanzenkörper stattfinde und dass bei diesem Zerfall Asparagin sich bilde.

Schulze wiederholte und ergänzte die Versuche beider Forscher und suchte namentlich die quantitativen Verhältnisse der Zersetzungsproducte festzustellen. In Bezug auf die theoretischen Anschauungen bestätigen die Untersuchungen die Hypothesen Pfeffer's und Borodin's im Wesentlichen, wenngleich der Verf. nicht unbedingt dieselben annimmt und noch manche Frage aufwirft.

Wie kommt es z. B., dass einzelne der Stoffe in verhältnissmäßig großer Menge gegen andere auftreten?

Wenn die gefundenen Amidverbindungen Zersetzungsprodukte des pflanzlichen Eiweißes sind, so ist ihr Mengenverhältniss jedenfalls durch die Constitution desselben bedingt. Eine geringe Schwankung kann durch wechselnde Bedingungen bei der Keimung hervorgerufen werden, allein die Zahlenverhältnisse sind abgesehen von dieser Schwankung sehr wechselnde. Man muss aber wohl mit Pfeffer annehmen, dass die Pflanze die Eiweißzersetzungsproducte wieder verbraucht und dadurch würde schon das constante Verhältniss gestört werden. Wenn Leucin und andere Teilproducte leichter assimilirt werden als Asparagin, so wird dies in größter Menge zurückbleiben. Es müssten aber immerhin dann die Eiweißkörper der Lupinenkeimlinge Asparagin als hauptsächlichen näheren Bestandtheil besitzen. Dies scheint aber aus Ritthausen's Arbeiten nicht hervorzugehen: bei der künstlichen Zersetzung des Conglutins der Lupine entsteht Asparagin in geringster Menge.

Verf. glaubt daher annehmen zu müssen, dass das Asparagin nicht sämmtlich direct vom Zerfall des Reserveeiweißes abstammen, sondern, das in den wachsenden Theilen der Keimlinge abwechselnd Neubildung und Zersetzung der Eiweißkörper stattfinde und dass ein Theil des Asparagins aus Eiweißkörpern entstehe, welche aus den Cotyledonen in die übrigen Pflanzenteile abfließen.

Dass peptonisirende Fermente, wie sie von Gorup in Wicken gefunden wurden bei der Zersetzung der Eiweißkörper im Organismus eine Rolle spielen, glaubt Verf. bezweifeln zu müssen, da durch Einmischung der isolirten Fermente auf Eiweiß keine krystallisirten Spaltungsproducte erhalten werden.

Pfeffer's Hypothese, dass zur Regeneration des Eiweißes aus Asparagin Kohlehydrate notwendig seien, ist wohl dadurch sehr wahr-

scheinlich gemacht, dass bei Zuführung von solchen das Asparagin verschwindet.

Verf. findet aber einige widersprechende Tatsachen. In Lupinenkeimlingen mehrte sich auch dann der Asparagingehalt, wenn stickstofffreie Stoffe vorhanden waren. Ferner wird bei Anwesenheit mancher Kohlehydrate, wie Rohrzucker, kein Asparagin zu Eiweiß regenerirt. Die Sache scheint so zu liegen, dass nicht alle Kohlehydrate, sondern vielleicht nur Glycose im Stande sind eine Regeneration zu vollführen.

Verf. kommt zu dem Schluss: „Da wir bis jetzt in Unkenntniss sind, über die Natur der Substanzen, welche im lebenden Protoplasma dem Anschein nach einem unausgesetzten Zerfall unterliegen und bei genügendem Zufluss von Kohlehydraten sich wieder zu bilden vermögen, so wird es das korrekteste sein, wenn wir sagen, dass die Kohlehydrate erforderlich sind zur Reconstruction des Protoplasmas — ohne behaupten zu wollen, dass durch Einmischung derselben auf Asparagin oder Glutamin oder andere Eiweißzersetzungsproducte Eiweiß sich direkt zu bilden vermag. Ob ein Vorgang der letzteren Art möglich ist, wissen wir gar nicht, da der Chemismus der synthetischen Eiweißbildung im Pflanzenorganismus bis jetzt noch ganz unaufgeklärt ist".

A. Hansen (Erlangen).

M. Nencki. Beiträge zur Biologie der Spaltpilze.

Leipzig 1880. J. A. Barth. 61 S. 2 Tafeln.

Diese Beiträge bestehen aus vier Abhandlungen, welche der Verf. im Jahre 1879 im Journal für prakt. Chemie N. F. Bd. XIX. XX. publicirt und in der vorliegenden Broschüre vereinigt hat.

Die erste handelt von der Lebensfähigkeit der Spaltpilze bei fehlendem Sauerstoff.

Bekanntlich hat schon Pasteur (Compt. rend. 1863, 56, 1189) die Entwicklung von Pilzen bei fehlendem Sauerstoff und die Unterschiede in den Fäulnissvorgängen bei Sauerstoffzutritt und -Ausschluss beobachtet. Faulende Flüssigkeiten werden dadurch, dass sich an der Oberfläche ein gegen die Luft abschließendes Häubchen bildet, Sitz zweier ganz verschiedener chemischer Processe, die in directem Verhältnisse zu der physiologischen Tätigkeit der zwei Arten darin sich ernährender organisirter Wesen stehen. Die Vibrionen, die ohne atmosphärischen Sauerstoff leben, verwandeln nach Pasteur im Innern der Flüssigkeit die N.-haltige Materie in einfachere, jedoch noch complicirt zusammengesetzte Producte, während die Bakterien an der Oberfläche diese Producte in Wasser, Ammoniak und Kohlensäure überführen.

Versuche von Jeanneret (Journ. f. prakt. Chemie [2] 16, 353), welche unter Nencki's Leitung ausgeführt wurden, gaben dem Vf. die Ueberzeugung, dass lebende Organismen bei Luftausschluss Zersetzung großer Massen organischer Substanzen nicht nur hervorrufen, sondern auch vollenden können. Dieser Behauptung widersprachen, wenigstens mit Rücksicht auf die Fäulnissprocesse, Untersuchungen von J. W. Gunning (Journ. f. prakt. Chemie [2] 16), welche ergaben, dass die Fäulniss in zugeschmolzenen Glasapparaten bei O.-Ausschluss entweder gar nicht eintritt oder, wenn eingetreten, nach einiger Zeit gänzlich aufhört. Aber dieser Widerspruch ist, wie der Vf. zeigt, nur scheinbar. Erstlich nämlich beweisen des Letzteren Versuche, dass in Flüssigkeiten, von welchen der Sauerstoff zuverlässig abgeschlossen, das Entweichen von Zersetzungsprodukten aber nicht ausgeschlossen ist, die Fäulniss unter Vermehrung von Mikroorganismen eintritt, — dagegen aufhört, sobald durch hermetischen Verschluss die gebildeten Gase nicht entweichen können. Auf Grund eigener sowie der Erfahrungen Anderer hält auch der Vf. dafür, dass ähnlich wie bei den höher organisirten Wesen auch bei den Spaltpilzen ihre eigenen Ausscheidungsstoffe für sie Gifte sind, deren Anhäufung die begonnene Fäulniss unterdrückt. Zweitens leugnet der Vf. nicht, dass nicht alle Formen der Spaltpilze bei Luftausschluss leben können. Insbesondere bedürfen die 10—20 Mikromm. langen Bacillen, welche an der Oberfläche faulender Flüssigkeit auftreten und sich durch schlangenartige Eigenbewegung auszeichnen, zu ihrem Leben des Sauerstoffs. Die Mikrobakterien, meistens kurze, ovale Stäbchen von 2—5 Mikromm. Länge, die gewöhnliche Form der Fäulnisspilze, sind wirksam sowohl bei Luftzutritt wie ohne Sauerstoff; an der Luft vermehren sie sich durch Querteilung und bilden die charakteristischen Kettenformen; bei Luftausschluss treiben sie Sporen und erscheinen dann als die s. g. Köpfchenbakterien. Diejenige Form, deren Auftreten für Fäulniss bei Luftausschluss charakteristisch ist, ist insbesondere die der Kokken. Der Vf. bildet als Anaerobien kleinste Kokken, sowie solche von 3—5 Mikromm. Durchmesser, letztere mit stielartigen Fortsätzen, ab; manchmal hängen an einem Stiel je zwei der größeren Kokken; diese sind homogen, blassgelb, ohne körnigen Inhalt.

Den chemischen Mechanismus der Fäulniss hat der Vf. bereits früher behandelt (Journ. f. prakt. Chemie [2], 17, 124); er stimmt Pasteur darin bei, dass bei der Fäulniss der Proteinsubstanzen unter O-Abschluss Producte entstehen, welche ohne atmosphärischen Sauerstoff in einfachere nicht übergeführt werden können. Diese Producte entsprechen denjenigen, welche man auch durch Schmelzen von Eiweiss mit Kalihydrat erhält.

Auch im Dickdarm des Menschen findet ohne freien Sauerstoff Fäulniss statt und wird, da die Zersetzungsproducte resorbirt werden,

nicht unterbrochen. In Abscessen oder in Eiter enthaltenden Höhlen tritt Fäulniss ein (Entwickelung von Indol und Phenol), und man findet die anaerobien Pilze; sobald aber die Resorption der Zersetzungsprodukte behindert ist, sistirt die Fäulniss bald.

Die Frage, ob es Bakterien oder deren Keime in den Organen gesunder lebender Tiere gibt, hat der Vf. in der zweiten Abhandlung in Gemeinschaft mit P. Giacosa untersucht.

Das Vorkommen von Mikrokokken in den gesunden Geweben ist seit zwanzig Jahren insbesondere von A. Béchamp in Montpellier constatirt worden. Dieser aber fasst die Pilze als notwendigen Bestandteil der Zellen, als die Ursache der in den Zellen ablaufenden chemischen Processe, ja als Bildner von Zellen auf. Er verkennt also den parasitären Charakter der Pilze. In Deutschland haben Billroth und Tiegel (Virchow's Archiv 60, 453) die obige Frage bejaht; die Beweiskraft ihrer Versuche wird von Koch (Aetiologie der Wundinfectionskrankheiten. Leipzig 1878) angezweifelt, während sie von Burdon Sanderson (British Medical Journal, Jan. 26, 1878) bestätigt werden. Neuere Versuche von J. Chiene und Cossar Ewart (Journal of Anat. and Phys. Vol. 13, p. 448, April 1878) sind so angestellt, dass die Herausnahme der Organe aus dem lebenden Tierkörper unter den s. g. Lister'schen Cautelen, d. h. unter fortwährender Bestäubung mit einer 5%-igen Carbollösung, und die Aufbewahrung in antiseptischen Materialien geschah. Man fand dann nach einigen Tagen zwar isolirte, bewegliche Körnchen in den unverändert gebliebenen Geweben, aber keine Fäulniss, keine evidenten Bakterien. Der Einwand liegt nahe, dass diese antiseptische Methode, welche, wie der Vf. beweist, die Organe nicht wenig phenolhaltig macht, die Entwicklung der in den Geweben vorhandenen Bakterienkeime verhindert. Der Vf. stellt folgende Versuche an. In eine mit Quecksilber gefüllte Wanne taucht er ein mit derselben Flüssigkeit gefülltes Rohr; das Ganze wird, um alle Keime zu töten, bis zum Sieden des Metalls erhitzt, darauf bei 120° eine 5%-ige Phenollösung über das Quecksilber der Wanne gegossen, um jegliches Eindringen von Luftpilzen zu verhindern. Unter antiseptischen Cautelen wird einem Tiere ein Organ entnommen und in dem Rohr aufsteigen gelassen. Bei 40° beginnt sehr bald lebhafte Fäulniss und Entwickelung von Gasen, die bei Leber und Pankreas so schnell eintritt, als wenn diese Organe an der Luft in offenen Gefäßen ständen.

Die dritte Mitteilung handelt über die chemische Zusammensetzung der Fäulnissbakterien und ist in Gemeinschaft mit F. Schaffer abgefasst.

Für die Gewinnung reiner Bakterien zum Zwecke der chemischen Analyse ist die Wahl der Nährlösung von wesentlicher Bedeutung. Am zweckmäßigsten erwies sich eine Lösung käuflicher Gelatine, die im Handel unter der Marke „Silberdruck" bekannt ist, — oder auch

eine Lösung von schleimsaurem Ammoniak mit einem Zusatz von saurem phosphorsaurem Kali, Chlorcalcium, Chlornatrium, schwefelsaurer Magnesia. Der Vf. verfährt folgendermaßen: Die Gelatinelösung wird mit zerkleinertem Pankreas (als Bakterienaussaat) versetzt und bei 30—40° der Fäulniss überlassen. Die an der Oberfläche entstehende Zooglöa-Haut wird abgehoben und durch Abträufeln von der Nährlösung größtenteils befreit. Sie wird in Wasser verteilt, mit etwas Essigsäure angesäuert, die Flüssigkeit abfiltrirt, der Rückstand ausgewaschen, getrocknet, mit Alkohol und mit Aether extrahirt, im Rest der Gehalt an Asche sowie an Elementarstoffen bestimmt. Der Vf. hat nun sowohl Pilzmassen, welche aus reiner Zooglöa, sowie auch solche, die teilweise, und andere, die fast ganz aus reifen, beweglichen Stäbchen bestanden, chemisch untersucht und hiebei nur unwesentliche Unterschiede gefunden, so dass der Schluss gerechtfertigt erscheint, dass der Zooglöa-Schleim der Fäulnisspilze nicht aus einer Cellulose-Art, sondern aus der gleichen Eiweißsubstanz besteht, welche den überwiegenden Bestandteil der reifen Bakterien ausmacht. Der Vf. gibt folgende Tabelle:

	In Gelatine von 2% gezüchtete Zooglöamasse reine	Zooglöa mit entw. Bakterien	reife Bakterien
Wassergehalt	84.81%	84.26%	83.42%
Fettgehalt der trockenen Substanz	7.89%	6.41%	6.04%
Aschegehalt der entfetteten Substanz	4.56%	3.25%	5.03%
Elementarzusammensetzung der entfetteten Substanz, aschefrei berechnet: C	—	53.07	53.82
H	—	7.79	7.76
N	14.47	13.82	13.91

In anderen Versuchen wurden die isolirten Bakterien nach der alkoholisch-ätherischen Extrahirung mit verdünnten Alkalien behandelt. Sie lösten sich ohne NH_3- oder SH_2-Entwickelung in dem 50fachen Gewichte einer 0.5%-igen Kalilösung bis auf einen geringen Rest auf. 1) Die filtrirte Lösung besteht überwiegend aus einem eigentümlichen Eiweißkörper, dem Mykoprotein: Dieser wesentliche Bestandteil der Bakterien ist wahrscheinlich in allen niederen Pilzen enthalten und wurde vom Vf. in ziemlich gleicher Elementarzusammensetzung aus Bierhefe gewonnen. Das Mittel aller Analysen ergab für das Mykoprotein folgende Zusammensetzung: C 52,32 — H 7,55 — N 14,75. Die Formel $C_{25}H_{42}N_6O_9$ verlangt 52,63% C — 7,37 H — 14,73 N — 25,27 O . — S und P scheint es nicht zu enthalten. Es ist in Wasser, Säuren und Alkalien leicht löslich; wird aus der sauren Lösung durch Zusatz neutraler Salze bis zur Sättigung ausgeschieden; wird durch Ferrocyankalium, Gerbsäure, Pikrinsäure,

Quecksilberchlorid, dagegen nicht durch Alkohol gefällt, gibt mit Salpetersäure keine Gelbfärbung, mit Millon's Reagens rothe, mit Kupfersulphat und Natronlauge violete Färbung; dreht das polarisirte Licht nach links. 2) Der ungelöste Rest besteht mikroskopisch aus zarten, das Licht schwach brechenden Gebilden, den aufgequollenen und zerrissenen Membranen der Bakterien. Sie sind N-haltig und bestehen teilweise aus einem durch Kochen mit Schwefelsäure in Zucker übergehenden Körper.

Indem der Vf. voraussetzt, dass aller Stickstoff der Bakterien in Form von Eiweiß enthalten ist und den N-Gehalt des Bakterieneiweißes nach seinen Analysen auf 14.75% annimmt, berechnet er folgende Zusammensetzungen:

	für I. die Zooglöamasse	II. die Zooglöamasse mit Bakterien	III. die reifen Bakterien
Eiweiß	85.76%	87.46%	84.20%
Fett	7.89%	6.41%	6.04%
Asche	4.20%	3.04%	4.72%
Nicht bestimmter Rest	2.15%	3.09%	5.04%

Der Verf. schließt, dass die reifen Bakterien die größte Menge der celluloseartigen, durch Kochen mit Schwefelsäure in Zucker übergehenden Substanz enthalten, welche den nicht bestimmten Rest wohl hauptsächlich ausmache; während die Zooglöamasse, von Fett und Asche abgesehen, fast ganz aus Mykoprotein besteht. —

In der vierten Abhandlung berichtet der Verf., dass er nach einer bereits früher (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1878, Nr. 47) publicirten Methode größere Mengen von Skatol dargestellt habe und berechnet auf Grund von Analysen des freien sowie des pikrinsauren Skatols die Formel C_9H_9N.

Wolffberg (Bonn).

Dr. J. Brock, Untersuchungen über die Geschlechtsorgane einiger Muraenoiden.

(Mittheil. a. d. zool. Station zu Neapel Bd. II Heft 3.)

Einige Abschnitte der Arbeit von allgemeinerem Interesse im Auszuge mitgetheilt vom Verfasser.

Der wichtigste Fortschritt in der Erkenntniss der Geschlechtsverhältnisse des Flussaals seit der Entdeckung des Ovariums ist ohne Zweifel die Auffindung des Syrskischen oder Lappenorgans. Wenn auch schon die makroskopischen Verhältnisse in diesem Organ mit Wahrscheinlichkeit den Hoden erkennen ließen, so hat Gewissheit darüber bis jetzt auch die Histologie noch nicht geschafft, weil der feinere Bau des Organs von dem des typischen Teleostierhodens stark

abzuweichen schien. Da aus mancherlei Gründen auf die Auffindung eines geschlechtsreifen ♂ Aales, welche natürlich alle Zweifel am sichersten gelöst hätte, vor der Hand noch nicht zu rechnen ist, noch auch die Entwicklungsgeschichte des Lappenorgans ein sehr verlockendes Thema bildet, so blieb eigentlich nur die vergleichend anatomische Methode übrig, um über seine Function und Bedeutung Licht zu verbreiten. Verfasser hat deshalb während eines Winteraufenthaltes in Neapel 1879—80 von den nächsten Verwandten des Aales Conger, Myrus und Muraena in diesem Punkte einer Vergleichung mit ihm unterworfen, deren Resultate als vergleichend anatomischer Beweis für die Hodennatur des Syrskischen Organes angesehen werden können.

Scheiden wir diejenigen Eigentümlichkeiten im Bau des Lappenorgans aus, welche sich, wenn auch selten, auch bei anderen Teleostiern finden (Mündung der Vasa deferentia in die Harnblase, einfacher Bau derselben, ungleichmäßige Länge und Kleinheit der Hoden etc.), so bleiben von gröber anatomischen Abweichungen, welche von der vergleichenden Anatomie ihre Erklärung erwarten, nur noch 1) das Hineinerstrecken der Hoden in den caudalen Teil der Leibeshöhle, 2) ihre Lappung und 3) die merkwürdige Pars accessoria, ein zweiter Hoden, welcher demselben Vas def. aufsitzend, medianwärts vom eigentlichen, im caudalen Teil auftritt.

Für die Hineinbildung der Hoden in den caudalen Teil der Leibeshöhle lässt sich nun schon aus den wenigen untersuchten Species eine sehr vollkommene Differenzirungsreihe zusammenstellen, welche mit Muraena bei den typischen Teleostiern anknüpft und durch Myrus und Conger zu der höchsten Differenzirungsstufe, zu Anguilla herüberleitet. Der Gang der Differenzirung ist so, dass das Vas def. zuerst einen kleinen Blindsack in die caudale Leibeshöhle hineinschickt, welcher bei Myrus mit einzelnen Hodenläppchen besetzt erscheint und bei Conger sich nicht nur viel weiter nach hinten erstreckt, sondern auch schon zur Ausbildung eines gut entwickelten caudalen Hodenteiles geführt hat. Anguilla, bei welcher der caudale Hodenteil auf der immer besser entwickelten linken Seite in den extremsten Fällen die doppelte Länge der Caudalniere erreichen kann, ist daher von Conger nur graduell verschieden.

Auch in Bezug auf die so characteristische Lappung des Aalhodens bieten die übrigen Muraenoiden die mannigfaltigsten Übergänge, die im Einzelnen zu verfolgen, hier zu weit führen würde; besonders lehrreich ist hierfür Myrus, wo an einem Tier sämmtliche Entwicklungsstufen von unregelmäßiger Einschnürung des Hodens bis zum Auftreten ganz regelmäßiger Lappen, wie bei Anguilla, neben einander bestehen.

Die Pars accessoria hat bis jetzt unter den übrigen Teleostiern noch kein Analogon. Ordnen wir aber die sehr verschiedenen Entwicklungsgrade, in welchen dieses Organ bei Anguilla auftritt, in eine

Reihe, so erhalten wir ein vollständiges Bild seiner Entwicklung, wenn auch innerhalb derselben Species, und es ist bemerkenswert, dass der Grad der Ausbildung der Pars accessoria mit der des caudalen Teiles der Geschlechtsorgane genau gleichen Schritt hält. Fehlt die Pars accessoria — was beim Eierstock häufiger, beim Hoden sehr selten der Fall zu sein scheint — so ist auch der caudale Teil der eigentlichen Geschlechtsorgane so schwach entwickelt, dass er niemals das Hinterende der Caudalniere erreicht; sind die Partes accessoriae dagegen gut entwickelt, so reichen auch die Haupt-Geschlechtsorgane immer weit darüber hinaus und können in den extremsten Fällen die doppelte Länge der Caudalniere erreichen. So ist also das Auftreten dieses morphologisch äusserst interessanten Gebildes wenigstens kein unvermitteltes zu nennen.

Im histologischen Bau weit entwickelter Lappenorgane ist eine weitgehende Uebereinstimmung mit dem typischen Verhalten der Teleostier nicht zu verkennen, nur findet diese Uebereinstimmung grade nur — und das ist beachtenswert — mit den allerjüngsten Formen der typischen Teleostier statt, bei welchen die Spermatozoenentwicklung noch nicht begonnen hat. Geht man weiter zurück bis auf die jüngsten Syrskischen Organe, welche noch keine Spur von Lappung zeigen, so erhält man Bilder, welche bisher von den übrigen Teleostiern noch unbekannt waren, welche aber in ihrer Gesammtheit eine vollständige Entwicklungsgeschichte des Lappenorganes zusammensetzen.

Diese Entwicklung aber ist die eines Geschlechtsorgans. Die jüngsten zur Beobachtung gekommenen Formen zeigten noch den einfachen indifferenten Geschlechtswall mit einem von Ureiern unterbrochenen, aber immer einschichtigen Keimepithel auf der lateralen, einem Peritonealepithel auf der medianen Seite, in letzterer Eigentümlichkeit ganz mit jungen Selachiern[1]) übereinstimmend. Die weitere Beobachtung zeigt dann eine Einwanderung der Ureier in das unterliegende Stroma, in welchem sie durch wiederholte Teilung Zellhäufchen bilden, die unter allmählichem Schwunde des Stromas zu einem überall mit einander anastomosirenden Netzwerk von Zellsträngen zusammenschließen. Diese Zellstränge, welche erst sehr spät ein Lumen erhalten, sind die künftigen Samenkanälchen. Bei den übrigen Muraenoiden (Conger, Myrus) konnte die Entwicklung noch weiter, nämlich bis zur Bildung von reifem Sperma verfolgt werden, so dass ein Zweifel an der Natur des vorliegenden Processes nicht mehr gut möglich ist. Abgesehen davon, dass damit auch der entwicklungsgeschichtliche Beweis für die Hodennatur des Syrskischen Organs als erbracht anzusehen ist, erscheint es besonders bemerkenswert, dass bei der vollständigen Abgeschlossenheit des Wolffschen Körpers gegen die Geschlechtsorgane ein Hineinwuchern von sog. Segmentalsträngen vom

[1]) Balfour, Quart. journ. of micr. science. XVIII. 1878.

Wolffschen Körper in das Stroma der letzteren, wie bei Selachiern, Reptilien, Vögeln, Säugern etc., hier absolut fehlt, dass hier darum also der Beweis der direkten Abstammung der samenbildenden Elemente, der „Spermatogonien" von den Ureiern mit Sicherheit sich führen lässt. Auch über das Geschlecht ist man selbst in Stadien, wo die eigentliche Geschlechtsanlage noch vollkommener indifferent ist, hier niemals im Ungewissen, da das künftige ♂ schon in diesem Stadium durch das Auftreten einer Bindegewebsspalte im Mesorchium, das künftige Vas def., hinreichend sicher charakterisirt ist. —

Wir verdanken bekanntlich de La Valette zunächst für die Amphibien die schöne Entdeckung, dass jede Hodenzelle (Spermatogonie) in einer geschlossenen bindegewebigen Kapsel, der „Follikelhaut" liegt, in welcher sie alle Phasen der Spermatogenese durchläuft, bis endlich die reifen Spermatozoen durch Platzen der sehr verdünnten Follikelhaut in den Drüsenhohlraum entleert werden. Diese Entdeckung hat auch für alle Teleostier Gültigkeit, und insbesondere ist es Muraena, welche für die Demonstration der Follikelhaut ein wahres Musterobjekt abgiebt. Die Entwicklungsgeschichte der Geschlechtsorgane der Muraenoiden lehrt nun, dass die Follikelhaut, gleich dem Eifollikel, nichts weiter als ein Rest des ursprünglichen Stromas der Geschlechtsanlage ist und die Zellen der Follikelhaut daher nur den Rang von Bindegewebszellen, keineswegs aber den von epithelialen Elementen haben. Ist diese Beobachtung aber richtig, so ergeben sich zwischen Hoden und Eierstock überraschende Analogien. Nicht nur, dass Ei und Spermatogonie vollkommen homologe Elemente sind, beide werden auch von homologen bindegewebigen Kapseln umschlossen, welche durch Platzen die Geschlechtsstoffe in das Drüsencavum resp. die Bauchhöhle entleeren, und der einzige durchgreifende, aber leicht erklärliche Unterschied ist der, dass die Eizelle ungeteilt bleibt und mehr oder minder an Größe zunimmt, während die Hodenzelle nach einer Reihe von Teilungen innerhalb des Rahmens der Follikelhaut („Spermatogemma") einer großen Anzahl von modificirten Wimperzellen — den Spermatozoen — den Ursprung gibt. Es sind daher alle Spermatozoen, welche aus einer Spermatogonie oder Ursamenzelle hervorgehen und deren Zahl bei den meisten Teleostiern 50 und mehr betragen dürfte, zusammen einer einzigen Eizelle homolog.

In den Frühjahrsmonaten wurden an den Hoden erwachsener ♂ von Anguilla einige Male Erscheinungen beobachtet, welche sich nur als regressive Metamorphose deuten ließen. Es schiebt sich nämlich zwischen die Drüsenkanälchen ein immer massenhafteres Bindegewebe ein und presst dieselben zusammen, die Drüsenzellen verlieren den Kern und werden zu platten opaken Schollen (Verfettung?) und in den höchsten Stadien des Processes sind die Hodenkanälchen auf schmale, mit Zelldetritus gefüllte Spalten zwischen dem Bindegewebe reducirt. Aeusserlich erscheinen die Hoden sehr gut entwickelt und

wegen des massenhaften Bindegewebes weißlich und sehr derbe, auch das Vas def. erleidet keine Veränderung. Diese eigentümliche Degeneration war aber leider so wenig regelmäßig anzutreffen, dass dieser Umstand auch gerade nicht sehr zu einer Deutung ermutigt; wenn man aber bedenkt, in wie großer Anzahl männliche Aale während der ganzen Laichzeit an den Küsten zu finden sind, während das Laichgeschäft doch sicher fern von den Küsten im Meere vollzogen wird, so wäre es immerhin möglich, dass überhaupt nicht alle ♂ Aale zur Fortpflanzung gelangen, sondern ein Teil nach dieser eigentümlichen Degeneration der Geschlechtsorgane zu Grunde geht. Doch muss es bei der geringen tatsächlichen Basis vorläufig nur bei einer reinen Vermutung bleiben.

O. und R. Hertwig. Die Coelomtheorie.

Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblatts. Jena 1881.

(Studien zur Blättertheorie. Heft IV.)

In vorliegender Arbeit ist der interessante Versuch gemacht, ein Thema, welches seinem Wesen nach eine ausschließlich vergleichend entwicklungsgeschichtliche Behandlung zuzulassen scheint, auch mit Herbeiziehung vergleichend anatomischer Gesichtspunkte zu behandeln. Wie die Verfasser selbst ausführlicher auseinandersetzen, ist die Frage nach der Bildungsweise und Homologie des Mesoderms in den verschiedenen Tierklassen, und was damit aufs engste zusammenhängt, nach der Entstehung der Leibeshöhle, besonders in England schon viel, aber nur auf rein entwicklungsgeschichtlicher Basis erörtert worden; neu ist aber der Gedanke, welcher in der Hertwig'schen Arbeit durchzuführen versucht wird, daß auch an ausgebildeten Tieren die Gewebe und Organsysteme, welche vom Mesoderm stammen, nämlich Circulationsapparat, Urogenitalsystem, Muskel- und Nervensystem, nach ihrem histologischen und morphologischen Character einen Rückschluss auf die Bildungsweise des Mutterbodens, aus welchem sie hervorgegangen sind, gestatten.

Die Verfasser bringen zunächst alle diejenigen „Mesodermbildungen“ in eine Gruppe, die „Mesenchymgruppe“, bei welcher das Mesoderm nicht als epitheliale, wirklich blattartige Zellschicht angelegt wird, sondern aus Wanderzellen die sich zu sehr verschiedenen Zeiten von den beiden primären Keimblättern abspalten, oder aus einzelnen großen seitlich symmetrisch vom Gastrulamund gelegenen Zellen („Urzellen des Mesenchyms“) aufbauen. Alle Tiere, bei denen die Mesodermbildung auf diese Weise vor sich geht (Mollusken, Bryozoen und Plattwürmer), sind auch durch die Entstehung der Leibeshöhle enger

mit einander verknüpft; es legt sich nämlich bei ihnen die Leibeshöhle als Schizocoel an, d. h. es ist ein meist schon im Gastrulastadium vorhandener Raum zwischen Ekto- und Entoblast; die Verfasser nennen diese Tiergruppe, da sie eine so entstandene Leibeshöhle nicht als eine ächte betrachten, Pseudocoelier.

Im Gegensatz dazu wird die Bezeichnung „Mesoblast" auf die Fälle eingeschränkt, wo sich das mittlere Keimblatt wirklich aus zwei epithelialen vom Ektoblast abgespaltenen Schichten aufbaut. Dies geschieht immer im Zusammenhang mit einer ganz anderen Bildungsweise der Leibeshöhle, nämlich aus zwei symmetrisch lateralen Blasen, welche sich vom Urdarme abschnüren und deren epitheliale Auskleidung eben die beiden Mesoblastblätter repräsentirt. Weil diese — die echte Leibeshöhle — aus dem Darm hervorgegangen ist, fassen die Autoren die Tiere, bei denen sie sich findet, als Enterocoelier zusammen: es sind dies alle übrigen Tierklassen, insbesondere Echinodermen, Brachiopoden, höhere Würmer, Arthropoden und Vertebraten. Für die meisten anderen Repräsentanten dieser Gruppe ist diese Bildung der Leibeshöhle schon längst als typisch erkannt, bei den Arthropoden und Vertebraten aber sind die Verhältnisse mehr verschleiert und bisher meist nicht richtig gedeutet worden. Für die Arthropoden wird das durch eigene Untersuchungen an Tracheaten, wo die Deutung am schwierigsten ist, klar gestellt, für die Vertebraten muss auch hier Amphioxus als Ausgangspunkt dienen, bei welchem es jetzt sicher nachgewiesen ist, dass Urwirbel und Leibeshöhle aus einer Reihe von paarigen, sich vom Urdarm abschnürenden Blasen hervorgehen. Mit Berücksichtigung dieses Umstandes gelingt auch bei erneuerten Untersuchungen an Amphibien (Triton) die richtige Deutung: der Mesoblast bildet sich hier von den Rändern des Gastrulamundes (Rusconischen Afters) in einer Weise, welche wesentlich als Entoblasteinstülpung zu bezeichnen ist. Es giebt also, da das ächte Mesoblast immer doppeltblättrig auftritt, eigentlich nur 2- und 4blättrige Tiere. Die 2blättrigen haben kein Mesoblast, sondern nur ein Mesenchym, welches als die niedrigere Bildung aber auch neben dem ächten Mesoblast der 4blättrigen auftritt und hier besonders die Bindesubstanzen liefert.

Dieser fundamentale ontogenetische Gegensatz zwischen Pseudocoeliern und Enterocoeliern, zwischen Mesenchym und Mesoblast, Schizocoel und ächtem Coelom prägt sich nun auch in der histologischen und morphologischen Bildung aller vom sogenannten mittleren Keimblatt abgeleiteten Organsysteme aus.

Die Blutgefäße sind bei den Pseudocoeliern Teile der Leibeshöhle, wie die Entwicklung lehrt, und communiciren mit ihr noch im ausgebildeten Zustande vielfach (Mollusken etc.); die Leibeshöhle selbst verrät ihren Ursprung als Spalte zwischen Ekto- und Entoblast dadurch, dass sie keine epitheliale Auskleidung besitzt, und die später in ihr liegenden, aber unabhängig von ihr entstandenen Organe zeigen

diese Unabhängigkeit noch im erwachsenen Zustande durch den constanten Mangel von Mesenterien. Bei den Enterocoeliern dagegen besteht ein primärer Zusammenhang der Leibeshöhle und des Gefäßsystems nicht; wo sich ein solcher findet — Tracheaten — ist er auf hochgradige sekundäre Rückbildung des Gefäßsystems zurückzuführen und die Leibeshöhle wird ontogenetisch immer früher angelegt, sie ist als Zeichen ihrer Abkunft vom Urdarm immer mit einem ächten (oft flimmernden) Epithel ausgekleidet, welches verschiedenen Organen den Ursprung giebt; ihre Contenta endlich sind bleibend oder vorübergehend durch Mesenterien an ihre Wände befestigt.

In Bezug auf das Urogenitalsystem findet die enge morphologische Vereinigung beider Apparate bei den meisten Enterocoeliern jetzt ihre ungezwungene Erklärung in der gemeinschaftlichen Abstammung vom Epithel der Leibeshöhle, welche sich für die Geschlechtsorgane wenigstens bei Nematoden, Anneliden, Arthropoden und Vertebraten nachweisen läßt. Im Excretionssystem sind stellenweise hochgradige Umbildungen eingetreten. Als Urform der Enterocoelierniere hat wohl das Segmentalorgan zu gelten, dasselbe findet sich eben bei den Tracheaten nur noch bei Peripatus und ist bei den früheren Formen durch ein Organ von ganz anderer morphologischer Bedeutung, die Malpighischen Gefäße ersetzt worden; auch bei Crustaceen ist es nur noch in sehr stark modificirten Formen (Schalen- und Antennendrüse) nachzuweisen. Die Harn- und Geschlechtsorgane der Pseudocoelier sind morphologisch immer getrennt und stammen wohl immer vom Mesenchym, wenn sich nicht der von einigen Seiten behauptete ektodermale Ursprung der Molluskenniere bewahrheiten sollte.

Die vom Mesenchym abstammenden Muskeln fallen im Großen und Ganzen mit der organischen Muskulatur, der contractilen Faserzelle, zusammen und zeigen als Hauptkennzeichen streng unicellulären Ursprung der einzelnen Elemente, große Unselbstständigkeit derselben und Mangel regelmäßiger Anordnung. Bei den Enterocoeliern ist die Muskulatur epithelialen Ursprungs, und zwar wird das Epithel der Leibeshöhle für sie ebenfalls in Anspruch genommen, da die Urwirbel mit den allerdings inconstant in ihnen auftretenden Spaltbildungen genetisch zur Leibeshöhle gerechnet werden müssen. Ihr entstammt also die quergestreifte Muskulatur, welche nicht nur histologisch, sondern auch morphologisch durch die scharfe Trennung und große functionelle Selbstständigkeit der Bewegungsorgane, welche sie zusammensetzt, genügend scharf charakterisirt ist. Wo sich bei Enterocoeliern organische Muskulatur findet, verrät sie durch ihre untergeordnete Bedeutung ihren mesenchymatösen Ursprung.

Das centrale Nervensystem ist bei den Enterocoeliern ektoblastischen Ursprungs, das peripherische gemischten, insofern als das sensible (Spinalganglien der Vertebraten, Chaetognathen) vom Ektoblast stammt, das motorische im Anschluss an die quergestreifte Muskulatur

sich vom Parietalblatt des Mesoblasts herleitet. Bei den Pseudocoeliern ist das Nervensystem dagegen immer, vielleicht nur mit Ausnahme der Cerebralganglien der Mollusken, mesenchymatischen Ursprungs.

Schließlich verdient noch hervorgehoben zu werden, dass die Pseudocoelier niemals gegliedert sind, während bei den Enterocoeliern die Gliederung, wenn nicht ausgesprochen, sich wenigstens noch in Spuren nachweisen lässt (Brachiopoden, Tunicaten).

Als ganz natürliche Consequenz dieser Betrachtung ergiebt sich eine etwas veränderte Einteilung des Thierreiches, wenigstens der Metazoen, nämlich in Coelenteraten, Pseudo- und Enterocoelier. Das Phylum der Würmer wird aufgelöst und die bisher darunter vereinigten Abteilungen teils als Scoleriden (Bryozoen, Rotatorien, Plattwürmer) zu den Pseudocoeliern, teils als Coelhelminthen (höhere Würmer nebst Brachiopoden und Tunicaten) zu den Enterocoeliern gestellt. Dass diese neue Einteilung sich sofort Geltung verschaffen wird, dürften die Verfasser wol selbst nicht glauben, jedenfalls werden aber die Resultate der vorliegenden Arbeit auch abgesehen von der neuen und eigentümlichen Behandlungsweise der in ihr behandelten Fragen die Anregung zu vielen weiteren Untersuchungen auf diesem Gebiete geben, insofern als sie in vielen Punkten erst eine präcise Fragestellung ermöglichen.

J. Brock (Erlangen).

Ueber die entodermale Entstehungsweise der Chorda dorsalis.

Von

Prosector Dr. Leo Gerlach,

Docent der Histologie und Entwicklungsgeschichte in Erlangen.

Bis vor wenigen Jahren wurde von den Embryologen wol allgemein angenommen, dass die Chorda dorsalis, ein Organ, dessen Bildung bekanntlich in die allererste Entwicklungszeit fällt, und das als Vorläufer der Wirbelsäule für den Aufbau des embryonalen Körpers bedeutungsvoll ist, ein Produkt des mittleren Keimblattes sei. Man war gewohnt, dieselbe als einen mesodermalen Zellstrang, der sich von seiner Umgebung losgetrennt hatte, aufzufassen.

Balfour[1]) und Kowalewsky[2]) waren die ersten, welche für

---

1) Balfour, F. M., A preliminary account of the development of the elasmobranch fishes. Quart. Journ. of microscop. Science. October 1874.

2) A. Kowalewsky, Entwicklungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus oder Branchiostoma lumbricum. 1865. pag. 17 (russisch).

A. Kowalewsky, Weitere Studien über die Entwicklungsgeschichte des Amphioxus lanceolatus, nebst einem Beitrage zur Homologie des Nervensystems der Wirbeltiere. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. XIII, pag. 181. 1876.

die niederen Wirbeltiere eine andere Entstehungsweise der Chorda nachwiesen. Balfour lässt bei Selachier-Embryonen die Chorda aus einer leistenförmigen Verdickung des Entoderma hervorgehen, und Kowalewsky führt deren erste Anlage bei Amphioxus lanceolatus auf eine Ausstülpung des unteren Keimblattes zurück. Damit war die obige Anschauung wenigstens soweit, als sie eine allgemeine Giltigkeit für sämmtliche Wirbelthierklassen beanspruchte, wiederlegt.

Durch Calberla[1]) wurde ferner bei Teleostiern und Petromyzonten ein entodermaler Ursprung der Chorda nachgewiesen.

In den letzten Jahren sind auch für Amphibien und Reptilien gleiche Angaben bekannt geworden. So haben Scott und Osborn[2]) bei den Larven von Tritonen die Chorda aus der dorsalen Wand des Verdauungskanals hervorgehen sehn. Dieselbe legt sich als cylindrischer Zellstrang an, welcher sich vom Entoderm, das unter demselben wieder von beiden Seiten her zusammenwächst, lostrennt. Ferner hat Balfour[3]) bei Eidechsen-Embryonen beobachtet, dass die Chorda zuerst als leistenförmige Verdickung des unteren Keimblattes auftrete.

Während für die niederen Wirbeltiere der entodermale Ursprung der Chorda dorsalis durch die genannten Forscher immer wahrscheinlicher gemacht worden ist, haben wir für die höheren Vertebratenclassen nur von einer Seite her eine Bestätigung dieser Ansicht erhalten. In seinen Untersuchungen über die Befruchtung und Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens theilt Hensen[4]) mit, dass in der Medianlinie vor dem mit einem Knoten vorne aufhörenden Primitivstreifen eine Verdickung des Entoderms sich einstelle, welche sich zur Chorda umbilde. Kölliker, der anfangs Hensen beipflichtete, bestreitet jedoch später wieder den entodermalen Bildungsmodus der Chorda. Da für die hier zu behandelnde Frage die Untersuchungresultate Köllikers von großem Interesse sind, möchte ich näher auf dieselben eingehn[5]). Kölliker giebt an, von jungen Kaninchenembryonen zur Zeit der Entstehung der Rückenfurche Quer-

---

1) Calberla, Zur Entwicklung des Medullarrohrs und der Chorda dorsalis der Teleostier und Petromyzonten. Morphol. Jahrbuch Bd. III, pag. 226. 1877.

2) Scott, W. B. and Osborn, H. F., On some Points in the early Development of the common Newt. The Quarterly Journ. of microscop. Science. Oct. 1879. pag. 449.

3) Balfour, F. M., On the early Development of the Lacertilia together with some Observations on the Nature and Relations of the Primitive Streak. The Quart. Journ. of microscop. Science. July 1879.

4) Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. I, pag. 366. 1876.

5) Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. pag. 272—278.

schnittsbilder erhalten zu haben, an welchen eine Chorda bereits vorhanden zu sein schien. Dieses chordaähnliche Gebilde setzte sich durch Trennungslinien deutlich vom Entoderm ab, das von beiden Seiten etwas unter den Rand desselben zu treten scheint. Bei einem anderen Schnitte durch denselben Embryo legte sich das chordaähnliche Gebilde seitwärts bereits an das Mesoderm an, und die Ränder des Entoderms hatten sich medianwärts etwas weiter unter denselben vorgehoben, was Fig. 190 sehr schön zeigt. „Auffallend war jedoch in beiden Fällen, dass unter der vermeintlichen Chorda auch bei starken Vergrößerungen kein Entoderma wahrzunehmen war. Es blieb daher nur die Möglichkeit, dass dasselbe hier entweder wegen großer Zartheit nicht sichtbar sei, oder fehlte und ließ sich somit auf keinen Fall aus den betreffenden Schnitten eine volle Gewissheit über die Entstehung der Chorda gewinnen."

Bei älteren Embryonen, die bereits Urwirbel, und in der Urwirbelgegend eine unzweifelhafte Chorda besaßen, konnte Kölliker nachweisen „dass die Medullarplatte und die Chorda hinten schließlich in eine dicke Axenplatte oder einen Endwulst ausliefen."

Sehr belehrend ist ferner die Beschreibung einer Reihe von Querschnitten, welche Kölliker mit bekannter Klarheit und Präcision giebt. Dieselben sind durch einen noch etwas älteren Kaninchenembryo gelegt, welcher bereits 7 Urwirbel, und auch schon die Herzanlage in Form von zwei getrennten Herzhälften zeigte. Von dieser Reihe hat Kölliker 7 Schnitte abgebildet (Fig. 191—197), an welchen das Verhalten der Chorda zum oberen und unteren Keimblatt sehr gut zu sehen ist. An den weiter hinten gelegenen Schnitten, welche durch das vordere Ende des Primitivstreifens gehn, hängt das Ektoderm mit dem Mesoderm noch innig zusammen (Axenplatte des Primitivstreifens). Etwas weiter nach vorne löst sich dieser Zusammenhang, und man erkennt unter der Medullarplatte des Ektoderms bereits die auf dem Querschnitt spindelförmige Chorda, unter welcher sich eine zusammenhängende Lage des Entoderms befindet. Je weiter die Schnitte nach vorne zu rücken, desto mehr stellt sich eine Veränderung des Chordaquerschnittes ein, indem dieselbe sich nach beiden Seiten in immer höherem Grade verbreitert, in dorsoventraler Richtung dagegen sich verschmälert. Gleichzeitig geht damit einher eine Verdünnung des Entoderms unter der Chorda; dieses erscheint schließlich an der betreffenden Stelle als feine Linie ohne Kernandeutungen, und war nicht an allen Schnitten mit Bestimmtheit zu erkennen. Doch ist Kölliker geneigt anzunehmen, dass die Chorda mit der unteren Seite nirgends frei lag.

Der Umstand, dass die Chorda bei solchen Embryonen, bei welchen sie bereits deutlich ausgebildet ist, nach hinten unmittelbar in die Axenplatte sich fortsetzt, sowie dass unter ihr bei etwas älteren Embryonen ein wenn auch sehr verdünntes Entoderm wahrzunehmen ist,

waren für K. entscheidend, die Chorda nicht für einen Abkömmling des unteren Keimblattes, wie Hensen, sondern für ein Produkt des mittleren zu erklären. Vielleicht ist hiebei die Rücksicht auf die bisher noch von keiner Seite angezweifelte mesodermale Entstehung der Chorda bei den Vögeln auf Kölliker nicht ohne Einwirkung geblieben.

Während der letzten zwei Jahre habe ich mich in meiner freien Zeit fast ausschließlich mit Untersuchungen über die erste Entwicklung des Hühnchens beschäftigt. Mein Hauptzweck war, mir über die in den ersten 36—48 Stunden der Bebrütung ablaufenden Entwicklungsformen Klarheit zu verschaffen, und zu diesem Behufe habe ich wol mehr als 1000 Stück Eier geopfert. Die Resultate dieser Arbeit sollen an einem anderen Orte, wo die Beschreibung durch Beigabe von Abbildungen unterstüzt werden kann, genauer mitgeteilt werden. Hier möchte ich nur auf ein Ergebniss derselben vorzugsweise aufmerksam machen, das die Entstehung der Chorda betrifft. Dieselbe ist, wie es die oben genannten Forscher für die anderen Wirbeltierklassen nachgewiesen haben, auch bei den Vögeln (Hühnchen) entodermalen Ursprungs. Zu dieser Ueberzeugung führte mich die Prüfung einer großen Reihe von Keimhäuten des ersten Brütetages. Am meisten geeignet, den angegebenen Bildungsmodus der Chorda erkennen zu lassen, sind diejenigen Entwicklungsstadien, welche zwischen der vollendeten Ausbildung des Primitivstreifens und den Anfängen der Bildung der Kopfdarmhöhle liegen. Die Entwicklungszeit derselben fällt, soweit sie sich annähernd bestimmen lässt, etwa zwischen die 12. und 22. Stunde des ersten Brütetages.

Bezüglich der Untersuchungsmethoden sei kurz bemerkt, dass die Keimhäute, nachdem sie von dem Dotter losgelöst, und nach verschiedenen Methoden gehärtet worden waren, teils in toto, sei es ungefärbt oder nach Pikrocarminfärbung bei auf- und durchfallendem Lichte betrachtet werden, theils in Schnittreihen der Länge oder der Quere nach zerlegt wurden.

Ehe ich es unternehme, das allmähliche Auftreten der Chorda eingehender zu beschreiben, scheint es mir der Deutlichkeit halber geboten, die vorausgehenden Entwicklungsvorgänge in kurzen Zügen zu schildern. Dabei werde ich mich fast ausschließlich an die Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen halten und es möglichst vermeiden, dieselben mit denen anderer Forscher zu vergleichen. Dies würde in Anbetracht der mannigfachen, bekanntlich sehr weit auseinandergehenden Ansichten über die Bildung der Keimblätter hier zu viel Raum in Anspruch nehmen. Wer mit dem heutigen Stande der Keimblattlehre vertraut ist, wird ja ohnehin die Differenzpunkte zwischen meiner Anschauung und der anderer Forscher leicht herausfinden.

Die Keimhaut des gelegten unbebrüteten Hühnereies ist eine rund-

liche Scheibe, deren Durchmesser im Mittel 3,5 Mm. misst. Bei der Betrachtung von oben unterscheidet man einen mittleren, rundlichen, durchsichtigen Theil und eine denselben umgebende undurchsichtige ringförmige Zone; die erstere wird Area pellucida, die letztere Area opaca oder auch Ringgebiet (His) genannt. Die Area pellucida stellt den dünneren, das Ringgebiet den dickeren Theil der Keimscheibe dar. Wenn man ein unbebrütetes Ei nach Eröffnung der Schale so legt, dass der stumpfe Eipol nach links, der spitze nach rechts sieht und sich die Keimhaut durch eine von Eipol zu Eipol gehende Linie in zwei halbkreisförmige Hälften zerlegt denkt, so kann man in Rücksicht auf die spätere Lage des Embryos die dem Beobachter zugekehrte Hälfte als hintere, die andere als vordere Hälfte der Keimhaut bezeichnen. Die Area pellucida setzt sich nun, wenn man die so erläuterten Begriffe von vorne und hinten zu Grunde legt, mit ihrem hinteren Rande scharf gegen das Ringgebiet ab, während vorne die Grenzen zwischen beiden häufig etwas verwischt sind.

Die Keimhaut ruht mit ihrem Ringgebiete unmittelbar dem weissen Dotter auf, während die Area pellucida von demselben durch eine mit Flüssigkeit erfüllte Höhle, die Furchungshöhle, geschieden ist. Diesem Lagerungsverhältnisse, zusammengehalten mit der geringeren Dicke der Area pellucida, verdankt dieselbe ja bekanntlich den Namen des durchsichtigen Fruchthofes.

(Schluss folgt.)

Zum Spiralsaum der Samenfäden. Von Prof. W. Krause. (Göttingen.)

Heneage Gibbes (Quart. Journ. of microsc. sc. 1879. Vol. XIX S. 487. — 1880. Vol. XX. S. 320) hat kürzlich an den Samenfäden des Menschen und einiger Säugetiere etc. einen Spiralsaum beschrieben, welcher den Schwanz des Samenfadens gerade so umzieht, wie es bei Tritonen und Salamandern in grösserem Maßstabe der Fall ist.

Da die Spermatozoen so unendlich oft untersucht sind, das Object zugleich als ein schwieriges sich herausstellt und die bisherigen Abbildungen diese feinen Verhältnisse ungenügend wiedergeben, so mag eine Bestätigung nicht unerwünscht sein. Am bequemsten macerirt man ein Stückchen Hodensubstanz z. B. vom Stier während einiger Tage in 1procentiger Ueberosmiumsäure und zerzupft in Wasser. Die besseren Immersionssysteme zeigen den Spiralsaum schon bei 600facher, eines von Winkel in Göttingen bei noch geringerer Vergrößerung. Je leistungsfähiger das Mikroskop, desto weiter kann man den Saum nach dem spitzen Ende des Schwanzes hin verfolgen.

Es hat sich nach dem Gesagten der schon häufig in der Histologie bemerkte Fall wiederholt, dass irgend ein bei Amphibien wegen der beträchtlichen absoluten Größe ihrer Elementartheile mit schwächeren Mikroskopen wahrnehmbares und schon längst bekanntes Structurverhältniss durch feinere Hülfsmittel später auch bei Säugetieren und dem Menschen nachgewiesen wird.

Heneage Gibbes. On human spermatozoa.

(Quart. Journ. of microsc. science. 1880. Vol. XX. S. 320.)

Einen ähnlichen undulirenden Spiralsaum, wie solcher von Salamandern und Tritonen längst bekannt ist, hatte Schweigger-Seidel*) beim Finken entdeckt und abgebildet, aber für den Ausdruck eines feinen, den Samenfaden umgebenden Häutchens gehalten. Heneage Gibbes (l. c. 1879. Vol. XIX. S. 487) hatte früher denselben Saum auch bei Reptilien (Lacerta, Anguis) und Säugetieren (Hund, Katze, Kaninchen, Meerschweinchen, Pferd, Rind, Ratte, Maus) sowie bei der Taube und dem Axolotl nachgewiesen. Gibbes beschreibt nun diesen Saum an den Samenfäden des Menschen. Die äussere Begrenzug desselben wird bei den genannten Reptilien als Ausdruck eines um den Schwanz des Samenfadens geschlungenen Fadens (Filament) gedeutet. Ref. erinnert hierbei daran, dass de la Vallette St. George bereits 1876 bei Bufo cinereus Spermatozoen mit zwei Schwänzen entdeckt hatte. Die Schwingungen der Membran tragen nach Analogie einer Schiffsschraube zur Fortbewegung der Samenfäden bei, wie man am besten sieht, wenn letztere sich nur schwach bewegen.

Was den Menschen anlangt, so sind die von Gibbes gegebenen Abbildungen (Holzschnitt) in hohem Grade schematisch, wie man schon an den Köpfen der Samenfäden erkennen kann. Behandelt man Samen aus dem Vas deferens nach Gibbes mit 2procentigem chromsaurem Ammonium und dann mit Haematoxylin, so färben sich die Köpfe schön violett, an den Mittelstücken findet sich hier und da ein Anhang und der Spiralsaum tritt hervor. Nach Schweigger-Seidel (bei Triton taeniatus) und Gibbes scheint das letzte spitze Endstück des Schwanzes nur vom Spiralsaum gebildet zu werden.

W. Krause (Göttingen).

1) Archiv für mikroskopische Anatomie. 1865. S. 317. Taf. XIX. D 4 u. 5.

Ueber die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde des Menschen

von

Prof. Sigm. Exner,

Assistenten am physiologischen Institut in Wien.

Im Juli des verflossenen Jahres übergab ich meinem Verleger das fertiggestellte Manuscript einer größeren Untersuchung über den oben genannten Gegenstand. Die zum Teil sehr schwierige Herstellung von 25 Tafeln hat das Erscheinen derselben bis heute verzögert, und da ich auch jetzt noch nicht absehe, wann die Arbeiten vollendet sein werden, so will ich hier Einiges von den Ergebnissen meiner Untersuchungen in Kürze mitteilen. Ein Paar Worte über die Methode muss ich vorausschicken.

Wir sind in Bezug auf den Menschen zur Lösung der Localisationsfrage ausschließlich auf Krankenfälle angewiesen. Ich durchsuchte die ganze mir zugängliche medicinische Litteratur nach Fällen, die für meinen Gegenstand verwertbar waren. Als solche betrachtete ich nur gut beobachtete mit Sectionsbefund versehene reine Rindenläsionen. Nur ausnahmsweise, und dann immer unter besonderer Begründung, wurde ein Krankenfall als zur Untersuchung tauglich betrachtet, wenn noch irgend ein anderer Teil des Centralnervensystemes als die Rinde des Grosshirns Sitz der Erkrankung war. So erhielt ich eine Sammlung von 169 Fällen, die als Basis der Untersuchung dienten. Ihre Verwertung geschah nach drei Methoden. 1) Wollte ich das Rindenfeld für eine Function z. B. die Bewegung des rechten Armes finden, so trug ich in einer Tafel, die die vier wichtigsten Ansichten der linken Hemisphäre in schematischer Zeichnung enthielt, alle Läsionen derjenigen meiner Krankenfälle auf, in welchen sich im Leben keine Alteration der Bewegungen des rechten Armes vorfand. Diese Hemisphärentafel zeigte dann die ganze Rinde bedeckt mit der Zeichnung erkrankter Stellen, nur das absolute Rindenfeld des rechten Armes blieb frei. (Methode der negativen Fälle). 2) Es wurde die Oberfläche jeder Hemisphäre in 366 willkürlich gestellte Felder eingeteilt. Wollte ich nach dieser Methode das Rindenfeld für die Bewegungen des rechten Armes finden, so wurde für jedes der Felder bestimmt, wie oft es in den Fällen meiner Erkrankungen Sitz der Läsion ist und wie häufig, wenn es erkrankt ist, Motilitätsstörungen im rechten Arm vorhanden waren. Diese beiden Zahlen ergaben einen Procentsatz der die Wichtigkeit dieser Felder für die genannte Function ausdrückt [1]). Zur besseren Uebersicht der Resultate wurden Tafeln gemacht, in welchen auf die Felder die für eine bestimmte

[1]) Die Beeinflussung der Resultate dieser Methode durch die Ausdehnung der Läsionen wurde speciell berechnet.

Function gefundenen Procentzahlen, nicht als solche, sondern durch einen Helligkeitston ausgedrückt, aufgetragen wurden. Felder, bei deren Verletzung jedesmal jene Motilitätsstörung vorhanden war, wurden schwarz, solche bei denen dies niemals der Fall war, wurden weiss gemalt (Methode der procentischen Berechnung). Diese beiden Methoden sind die verlässlichsten und ergänzen sich gegenseitig. Doch erfordern sie viele Fälle. Unverhältnissmäßig unvollkommen ist die dritte Methode, die mit dem bisher ausschließlich üblichen Vorgehen in dieser Frage identisch ist. Sie besteht darin, dass, wollte man durch sie das Rindenfeld des Armes bestimmen, alle Läsionen, welche eine Motilitätsstörung derselben zur Folge hatten, auf einer Hemisphäre aufgetragen gedacht werden. Ihre Anwendung geschah nur, wo die Frage wegen Mangels an Fällen den beiden andern Methoden nicht zugänglich war, und ihre Resultate sind mit Vorsicht aufzunehmen (Methode der positiven Fälle).

Es hat sich nun gezeigt, dass nicht alle Functionen, deren Localisation gelang, ein „absolutes Rindenfeld" haben, d. h. eine Stelle deren Verletzung sicher den Ausfall dieser Function zur Folge hat. Viele haben sicher constatirte, aber nur „relative Rindenfelder". Worauf dieses beruht, kann in Kürze nicht mitgeteilt werden. Die motorischen Rindenfelder sind in der linken Hemisphäre (in gewissem Sinne) größer und „intensiver" (d. h. die Methode der procentischen Berechnung giebt höhere Zahlen) als in der rechten, die sensibeln Rinderfelder sind in der rechten Hemisphäre stärker vertreten als in der linken.

Es wurden die Rindenfelder untersucht und als absolute befunden: für die vier Extremitäten und die rechte Facialismuskulatur (exclus. dem M. orbicularis palpebr.); als relative befunden: für die linke Facialismuskulatur, die beiderseitigen Zungen- und Augenmuskeln. Wenig befriedigende Resultate ergab die Bestimmung der Rindenfelder von Rücken- und Nackenmuskeln und der Trigeminusmuskeln. Ferner ist relativ: das Rindenfeld der Sprache, des Gesichtes und des Getastes.

Es ist auch hier nicht möglich auf die Lage und die Begrenzung der einzelnen Rindenfelder näher einzugehen. Ein Blick auf die Tafeln wird das zeigen, was hier ausführliche Beschreibungen erfordern würde. Nur einige allgemeine Sätze mögen hervorgehoben werden.

Jedes absolute Rindenfeld ist umgeben von einer Zone relativen Rindenfeldes, so dass es nach der Grenze allmählich ausklingt. Die einzelnen Rindenfelder liegen teilweise in einander, nicht, wie man bisher allgemein annahm, nebeneinander. In der Rinde sind jene Muskeln einer Seite in enger physiologischer Verbindung, welche im Leben immer oder gewöhnlich gleichzeitig innervirt werden. Zwei symmetrische Muskeln, die im Leben immer (zwangsweise) oder wenigstens häufig gleichzeitig innervirt werden, sind nicht nur von der

gekreuzten sondern auch von der gleichseitigen Hemisphäre aus innervirbar. Die motorischen Rindenfelder eines Körperabschnittes fallen zusammen mit den tactilen Rindenfeldern derselben Körperabschnitte. Jedes sensible Rindenfeld scheint mit beiden Körperhälften in Verbindung zu stehen.

Auf die Beantwortung der Fragen, was für eine physiologische Bedeutung den gefundenen Rindenfeldern zukommt, in welcher Weise die verschiedene Wirkung gewisser Läsionen zu erklären ist, wie die Restitution der Functionen zu Stande kommt u. s. w., sowie auf die Nachweise der einzelnen aufgestellten Sätze kann in dieser vorläufigen Notiz nicht eingegangen werden. Doch soll der Gegenstand im Anschluss an das erwähnte Werk und andere Publicationen in diesen Blättern weiter verfolgt werden.

Ueber Worttaubheit.

Der Name „Worttaubheit" wurde von Kussmaul (Störungen der Sprache. Ziemssen's Handb. d. spec. Pathologie u. Therapie. Bd. XII. Anh. Leipzig 1877) für eine Krankheitsform vorgeschlagen, die dadurch characterisirt ist, dass der Patient wohl noch hört im gewöhnlichen Sinne, aber das gesprochene Wort nicht versteht. Er verhält sich diesem gegenüber nicht etwa wie ein Gesunder, der eine fremde Sprache hört, sondern wie wir uns etwa ein intelligentes Thier vorstellen, das die Sprache der Menschen hört aber nicht versteht. Der Kranke hat nämlich nicht nur die Fähigkeit verloren mit dem gehörten Wort den dazugehörigen Begriff zu verbinden, er ist auch nicht mehr im Stande das Wort zu merken, wie wir uns ein fremdes Wort als neues Symbol eines Begriffes merken können. Dabei kann sonst die Intelligenz verhältnissmässig intact sein. So erzählt Riedel (Zur Lehre von den dysphatischen Sprachstörungen. Inauguraldiss. Breslau 1879) von einem an Intelligenz über dem Durchschnitt stehenden Kranken, der zur Untersuchung in den Saal gerufen, durch Worte aufgefordert wird, sich zu setzen, es aber nicht tut. Auf eine entsprechende Handbewegung thut er es sogleich. Aehnlich ging es mit der Aufforderung, die Zunge zu zeigen. Als ihm eine Feder mit den Worten gezeigt wurde „ist das eine Feder", antwortete er, „was soll ich schreib?" Ueberhaupt sucht der Patient aus allen möglichen Nebenumständen den Sinn der an ihn gestellten Fragen zu errathen, wobei er ganz findig ist. Aus einem eclatanten Falle von Worttaubheit, der mit Genesung endete, wissen wir, dass dem Kranken das gesprochene Wort wie ein verworrenes Geräusch klingt. Dies zur Orientirung über die Art der Erscheinungen, welche, wie man sieht, ein gewisses psychologisch-physiologisches Interesse haben.

Es ist nun in neuester Zeit gelungen, Anhaltspuncte dafür zu finden, an welcher Stelle der Großhirnrinde dieses Vermögen das ge-

sprochene Wort zu verstehen localisirt ist. Die Versuche Munk's an Thieren haben ergeben, dass der Gehörsinn im Allgemeinen im Schläfelappen vertreten ist. Ebenda scheint beim Menschen, wenn auch nicht der gesammte Gehörsinn, so doch das Sprachverständniss hauptsächlich zu sitzen und zwar nach allem, was wir bisher wissen, nur im linken Schläfelappen. Der erste, der eine hierauf bezügliche Anschauung ausgesprochen hat, war Wernicke (Der aphasische Symptomencomplex, Breslau 1874). Es gelang ihm aber nicht mit derselben durchzudringen.

Später haben Kahler und Pick (Prager Vierteljahrsschr. 141. Bd. 1879) teils auf Litteraturangaben, teils auf eigener Erfahrung fußend, die linke obere Schläfenwindung als diejenige bezeichnet, deren Erkrankung Worttaubheit hervorruft. Sie verteidigten dieses Beobachtungsergebniss sowie den klinischen Begriff der Worttaubheit (Zeitschr. f. Heilk. 1. Bd. 1. H., Prag 1880) gegen Matthieu (Arch. générales de méd. 1880).

Aus den bisher bekannt gewordenen genaueren Beobachtungen über diese Krankheitsform geht demnach hervor, dass die Anteile der Hirnrinde, in welchen akustische Eindrücke zum Bewusstsein gelangen und im Bewusstsein verarbeitet werden, in örtlich getrennte Abteilungen zerfallen, deren eine, der linke Schläfenlappen in einem oberen convexen Anteil, uns bekannt ist. Er dient den akustischen Worteindrücken und nicht andern akustischen Empfindungen. Ferner geht hieraus hervor, dass die Rindenlocalität, in welcher die Worte verstanden werden, nicht (immer) identisch mit jener ist, an welcher sie gebildet werden, d. h. an welchen die zum Aussprechen eines Wortes nötigen motorischen Impulse ihren Ursprung haben. Es widerspricht dies einer auf Grund von hauptsächlich psychologischen Studien aufgestellten Ansicht Strickers (Studien über die Sprachvorstellungen, Wien 1880) die dahin geht, „dass Menschen, deren motorisches Sprachcentrum zu functioniren aufgehört hat, auch aufhören, die Sprache anderer zu verstehen, trotzdem sie die Schallbilder vernehmen.“ Dieser Autor hat nämlich an sich die Beobachtung gemacht, dass er das gesprochene, sowie auch das gelesene Wort, dadurch versteht, dass er wenn auch nur sehr schwache Articulationsimpulse ausführt, so schwach, dass sie zu keiner merklichen oder doch nur zu eben merklichen Bewegungen der Sprachmuskeln Veranlassung geben. Für ihn würde also der Rindenantheil, der dem Wortverständnisse dient, zusammenfallen mit dem motorischen Sprachfeld.

Dass aber das Wortverständniss vollkommen geschwunden und das motorische Articulationsvermögen erhalten sein kann, geht in schöner Weise aus dem oben angeführten Fall Riedel's hervor. Der Kranke entwickelt eine Redelust, die, wie aus den mitgeteilten Protokollen hervorgeht, freilich zu wenig correcten Sätzen führt, die aber zeigt, dass er sehr wohl Worte und Sätze construiren und aussprechen kann.

Dass er zum großen Theil Unsinn spricht, muss also nicht auf das Rindengebiet bezogen werden, in welchem die coordinirten motorischen Impulse entstehen, sondern darauf, dass er falsche und verstümmelte Worte zu einer Rede verwendet in der Meinung, es seien die richtigen. Der Aphasische, der die Articulationscombination nicht zu stande bringt, ist sich dessen sehr wohl bewusst, der Worttaube kann falsch sprechen ohne es zu wissen.

Sigm. Exner (Wien).

Hermann Munk. Ueber die Functionen der Grosshirnrinde. 8°. 133 S. mit 1 Tafel. Berlin 1881. August Hirschwald.

Das vorliegende Buch enthält sechs in der physiologischen Gesellschaft zu Berlin und einen in der Akademie der Wissenschaften dortselbst gehaltenen Vortrag aus den Jahren 1877—80. Den ursprünglichen Publicationen ist eine historische Einleitung und eine Reihe kritischer Anmerkungen beigegeben, sowie wichtige Winke für den Experimentator. Es mag bei dieser Gelegenheit ein zusammenfassendes Referat über des Verfassers Experimentalergebnisse am Platze sein, obwohl sie teilweise nicht mehr der jüngsten Zeit angehören.

Gegenüber den willkürlichen Annahmen Gall's hatte sich, besonders durch die Versuche von Flourens und Longet, bei den Physiologen die Ueberzeugung von der Einheitlichkeit der Grosshirnrinde als Organ der Geistesfunctionen festgesetzt. Demgegenüber hatten Krankenbeobachtungen den Nachweis erbracht, dass gewisse Geistestätigkeiten an die Unversehrtheit local begrenzter Hirnteile gebunden seien (Sprachcentrum), und anatomische Untersuchungen es wahrscheinlich gemacht, dass Empfindungs- und Bewegungsfunctionen an verschiedene Hirnteile gebunden seien. Fritsch und Hitzig (1870) zeigten dann, dass elektrische Reizung beschränkter Teile der Hirnrinde beschränkte Bewegungen gewisser Muskelgruppen auf der entgegengesetzten Körperseite hervorrufen und dass zu bestimmten Hirnteilen bestimmte Muskelgruppen gehören. Um den Nachweis localisirter Centra für die einzelnen Sinnesempfindungen hat sich Munk besonders verdient gemacht durch zahlreiche und sorgfältige Untersuchungen an Hunden und Affen.

Beim Hunde hat der grösste Teil der Rinde des Hinterhauptlappens die Bedeutung einer „Sehsphäre", d. h. in ihm gehen die dem Sehact zu Grunde liegenden centralen Processe vor sich. Er nimmt die Fasern der Sehnerven auf, und zwar in folgender Verteilung. Der größte Teil der linken Netzhaut steht in Verbindung mit der rechten Sehsphäre, blos der seitlichstgelegene, nie über ein Viertel der ganzen Retina betragende Anteil (im horizontalen Meridian gemessen) gehört der Sehsphäre derselben Seite an. Entsprechend verhält sich der Sehnerv des rechten Auges. Die Einstrahlung der

Fasern geschieht so, dass die Anordnung der Netzhautendigungen sich zur Anordnung der Rindenendigungen in der gekreuzten Hemisphäre wie Gegenstand und Spiegelbild verhält, d. h. was rechts ist, erscheint links, und was oben ist, erscheint wieder oben, bezgl. vorne an der Convexität der Rinde. Exstirpation einzelner Anteile der Sehsphäre macht die entsprechenden Netzhautstellen blind, Extirpation der ganzen Sehsphäre einer Seite macht das entgegengesetzte Auge mit Ausnahme seiner letzteren Anteile blind, Exstirpation beider Sehsphären bewirkt totale und dauernde Blindheit. In jeder Sehsphäre befindet sich eine centrale Stelle, die dadurch ausgezeichnet ist, dass ihre Exstirpation das Entschwinden der Erinnerungsbilder des entgegengesetzten Auges nach sich zieht, d. h. der Hund sieht noch, aber er erkennt nicht mehr die Peitsche, das Futter u. s. w. Diese Erinnerungsbilder können neuerdings erworben werden. Verfasser unterscheidet demnach zwischen dieser Art Sehstörung und nennt sie Seelenblindheit, und der erstgenannten, welche Rindenblindheit genannt wird. Die Stelle, deren Extirpation Seelenblindheit bewirkt, enthält gleichzeitig die centralen Endigungen der beim Fixiren verwendeten — also der Fovea centralis des Menschen entsprechenden — Netzhautanteile. Im Schläfelappen liegt die Hörsphäre. Auch sie enthält eine ausgezeichnete Stelle, deren Extirpation „seelentaub" macht, d. h. der Hund hört noch, er spitzt die Ohren, wenn man ein Geräusch macht u. s. w., er versteht aber nicht mehr die gangbaren Rufe „pst", „Pfote" etc.

Auch der Tastsinn hat seine Vertretung in der Hirnrinde, und zwar nimmt diese „Fühlsphäre" den größten Teil der Convexität der Rinde, so weit sie von der Hör- und Sehsphäre freigelassen ist, ein. In derselben lassen sich noch weitere, den einzelnen Körperabschnitten entsprechende Unterabteilungen nachweisen, nämlich eine Vorder- und eine Hinterbeinregion, eine Kopf-, eine Augen-, Ohr-, Nacken- und eine Rumpfregion. Alle diese liegen in der vordern Hälfte der Rinde und zeigen eine Verteilung, welche eine Beziehung zwischen den Resultaten des Verfassers und denen Hitzig's als unzweifelhaft erscheinen lassen.

Bei seinen Versuchen an Affen ist Munk zu Ergebnissen gelangt, welche den am Hunde gefundenen entsprechen.

Sigm. Exner (Wien).

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt" bittet man an die „Redaction, Erlangen, physiologisches Institut" zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **30. April 1881.** **Nr. 2.**

Inhalt: **Darwin,** I Die Stellung der Pflanzen zum Licht. II. Das Wachstum der Pflanzen in Schnitten. — **L. Gerlach,** Ueber die entodermale Entstehungsweise der Chorda dorsalis. (Schluss.) — **Schimper,** Entstehung der Stärkekörner. — **Stuxberg,** Evertebratenfauna des sibirischen Eismeeres. — **Peremeschko,** Teilung des Zellenkerns. — **J. Gaule,** Aricia foetida. — **Bardeleben,** Begleitvenen, Venenklappen. — **Schwalbe,** Lehrbuch der Neurologie. — **v. Schröder,** Bildungsstätte der Harnsäure im Organismus. — **Lunin,** Bedeutung der anorganischen Salze für die Ernährung des Tieres. — **Th. Ribot,** Krankheiten des Gedächtnisses. — **Wilckens,** Naturgeschichte der Haustiere. — **Doenhoff,** Mittlere Lebensdauer der Tiere. — **Frey,** Das Mikroskop. — **Teichmann,** Kitt als Injektionsmasse.

Francis Darwin, I. The Power possessed by Leaves of placing themselves at right angles to the Direction of incident Light. — II. The Theory ot the Growth of Cuttings, illustrated by Observations on the Bramble. (Rubus fruticosus).

Read before the Linnean Society, 16. December 1880.

Mitgeteilt vom Herrn Verfasser.

Wenn man die Cotyledonen eines keimenden Rettigs von oben beleuchtet, so strecken sie sich horizontal und stehen so senkrecht zur Richtung des einfallenden Lichtes. Setzt man das Pflänzchen dann an ein Fenster, so dass es schräg von oben beleuchtet wird, und verhindert man, dass das hypocotyle Stammglied sich biegt, so passen die Keimblätter sich diesen veränderten Umständen durch Bewegungen in einer Verticalebene an: das dem Lichte zugekehrte Keimblatt senkt, das andere erhebt sich, so dass beide wiederum senkrecht zum einfallenden Lichte stehen.

Zwei Hypothesen geben von dieser Eigenschaft der Blätter Erklärung. Frank[1]) legt den Blättern und einigen andern Organen einen Transversal- oder Diaheliotropismus bei, der sich darin äussert, dass ein diaheliotropisches Organ sich senkrecht zur Richtung des Lichtes

1) Die natürliche wagrechte Richtung von Pflanzenteilen. 1870.

zu stellen sucht, wie ein gewöhnliches heliotropisches Organ sich parallel zum einfallenden Lichte zu stellen strebt. — Nach der von Sachs modificirten und erweiterten Hypothese von de Vries[1]) braucht man keine besondere Art von Heliotropismus anzunehmen, da die Erscheinungen sich aus der gemeinsamen Wirkung der gewöhnlichen Formen von Heliotropismus und Geotropismus erklären lassen. Wenn bei dem von oben beleuchteten Rettigkeim die Cotyledonen apheliotropisch (negativ heliotropisch) und apogeotropisch (negativ geotropisch) wären, so können sie durch diese entgegengesetzten Kräfte im Gleichgewicht erhalten werden, d. h., indem die Cotyledonen einmal sich vom senkrechten Lichte fortzubewegen und nach unten zu krümmen suchen, zum andern infolge des Apogeotropismus vom Mittelpunkte der Erde sich zu entfernen streben, können beide Kräfte einander so genau das Gleichgewicht halten, dass die Cotyledonen horizontal bleiben.

Neben den verschiedenen geotropischen und heliotropischen Kräften können noch andere Wachstumsweisen in Betracht kommen. In manchen Fällen überwiegt die longitudinale Streckung, so dass infolge der in der Pflanze auftretenden Kräfte das Blatt sich in der Richtung der morphologisch unteren Seite des Stengels zu krümmen sucht; dieses Streben heisst Epinastie, im entgegengesetzten Falle spricht man von Hyponastie. Nach Sachs' und de Vries' Annahme kann nun die Epinastie durch den Heliotropismus oder Apogeotropismus, die Hyponastie durch Apheliotropismus und Geotropismus ausgeglichen werden; beziehungsweise kann die vereinte Wirkung dieser entgegengesetzten Kräfte Gleichgewicht hervorbringen. Die vorliegende Abhandlung soll nun den Wert der oben kurz angedeuteten Theorien feststellen. — Die zu beobachtenden Pflanzen wurden an einem rotirenden horizontalen Stabe befestigt, einem Instrument (Klinostat), welches Sachs zur Untersuchung des gewöhnlichen Heliotropismus angewandt hat. Da das Licht parallel zur Rotationsaxe einfällt, so werden die Pflanzen constant seitlich beleuchtet, während auch der störende Einfluss der Gravitation ferngehalten wird.

Wir befestigen nun eine von oben beleuchtete Pflanze mit horizontal ausgebreiteten Blättern an dem rotirenden Stabe, so dass ihre Axe sowohl zur Rotationsaxe, wie zur Richtung des einfallenden Lichtes parallel steht und beleuchten die Blätter durch senkrecht auffallendes Licht. Dann müssten diese nach Frank's Theorie in dieser Lage bleiben, nach de Vries und Sachs dagegen nicht, da der Apogeotropismus aufgehoben ist, der die Blätter im Gleichgewicht erhält.

Eine grosse Anzahl von Experimenten an Ranunculus Ficaria sprechen entschieden zu Gunsten von Frank's Ansicht. Die Blätter dieser Pflanze sind bisweilen ausserordentlich epinastisch, so dass sie

1) Sachs „Arbeiten" I. 1872, II. 1879.

auf dem Boden liegen, und bindet man eine Pflanze an, so kommt es oft vor, dass die von dem Widerstande des Bodens befreiten Blätter sich nahezu vertikal abwärts krümmen. Bringt man eine solche Pflanze an den Klinostat, so sind die Blätter vom Licht abgewandt, so dass, wenn sie apheliotropisch wären, wie de Vries' Theorie erfordert, sie vom Fenster abgewandt bleiben müssten. Das ist aber keineswegs der Fall; sie bewegen sich nach vorn, bis sie etwa senkrecht zum Lichte stehen und bleiben dann in Ruhe. — Hält man eine Pflanze im Dunkeln, so erheben sich die Blätter, so dass sie weit über den Horizont geneigt sind; bringt man die Pflanze dann an den Klinostat, so sind sie natürlich dem Lichte zugekehrt, accommodiren sich aber, indem sie sich nach rückwärts krümmen, bis sie wieder senkrecht zum Lichte stehen. Die Blätter können somit weder heliotropisch noch apheliotropisch genannt werden, sondern wir werden zu der Annahme getrieben, dass unter der Einwirkung des Lichtes sie sich nach jeder Richtung bewegen können, die sie in eine zum Lichte senkrechte Ebene bringt.

Beobachtungen an keimenden Kirschen führen zu einem etwas abweichenden Resultate. Die Blätter einer von oben beleuchteten Kirschpflanze sind nahezu horizontal; im Klinostat bleiben sie aber nicht senkrecht zum Lichte, sondern biegen sich rückwärts, bis sie mit dem Stengel der Pflanze parallel stehen. Diese Bewegung beruht nachweislich auf Epinastie, nicht auf Apheliotropismus, und ist die Folge des Gleichgewichtverlustes bei Eliminirung des Apogeotropismus. Die horizontale Lage der Blätter von normal wachsenden Kirschkeimlingen muss also zum grossen Teile von dem Gleichgewicht zwischen Epinastie und Apogeotropismus abhängen. Da aber diese Kräfte offenbar nicht die Kraft, welche die Kirsche besitzt, die Stellung ihrer Blätter in Uebereinstimmung mit der Richtung des Lichtes zu ändern, erzeugen können, so müssen wir annehmen, dass irgend eine Art von Heliotropismus dabei in's Spiel kommt. Die Ansicht, welcher die vorliegende Untersuchung die grösste Wahrscheinlichkeit verleiht, ist, dass der Diaheliotropismus (Transversalheliotropismus) der hervorragend tätige Einfluss ist. Bei Ranunculus Ficaria ist, wie wir gesehen haben, die Lichtempfindlichkeit stark genug, die Stellung der Blätter zu bestimmen, obwol das natürliche Gleichgewicht durch die Ausschaltung des Apogeotropismus gestört wird. Wächst die Pflanze normal, so bringen Epinastie und Apogeotropismus ein annäherndes Gleichgewicht hervor, während das Endergebniss durch das Licht bestimmt wird. Stört man das Gleichgewicht aber dadurch, dass man die Pflanze in den Klinostat bringt, so ist der Einfluss des Lichtes nicht stark genug, einen Gleichgewichtszustand zu erzeugen.

II. Wenn ein Schnitt, z. B. ein Stück von einem Weidenzweige, unter günstige Wachstumsbedingungen gebracht wird, so erzeugt er an seinem andern Ende Wurzeln, während die Triebe an seinem oberen Ende

in Zweige auswachsen. Vöchting's Experimente (Organbildung im Pflanzenreiche, 1878) bewiesen, dass gleichviel ob der Schnitt mit der Spitze aufwärts oder abwärts gehängt wurde, immer die Wurzeln an der basalen, d. h. der der Mutterpflanze zunächst gelegenen Schnittfläche, die Zweige an der apicalen Schnittfläche sich entwickelten. Dieses Wachstum der Wurzeln an der Basis und das der Zweige an der Spitze eines Schnittes, soll nach Vöchting vornemlich von einer angeborenen, ererbten Wachstumstendenz abhängen. Wenn das Messer einen Zweig in zwei Schnitte zerlegt, so trennt es eine Summe identisch gebildeter Zellen in zwei Schichten; die eine gehört der Spitze des unteren Schnittes an, die andere der Basis des oberen Schnittes. Unter geeigneten Umständen kann eine dieser Schichten in Wurzeln, die andere in Adventivknospen sich umwandeln, und diese Entwicklung soll nach Vöchting von der morphologischen Lage dieser Schichten hauptsächlich bestimmt werden. Schwere und Licht haben zwar Einfluss auf die Lage in welche Organe in Schnitten entwickelt werden, aber Vöchting betrachtet den innern Trieb als die stärkere bestimmende Ursache.

Die Ansicht Sachs' (Arbeiten des bot. Inst. Würzburg, 1880, p. 452) ist der Vöchting's gerade entgegengesetzt. Nach ihm ist Vöchting's morphologische Kraft nicht ein angeborener, erblicher Trieb, sondern eine durch die Wirkung äusserer Kräfte während des Wachstums der Bildungszellen erzeugte Tendenz. Die Gravitationskraft, die auf die sich entwickelnden Zellen eines Organes einwirkt, soll in diesem eine „Prädisposition" oder einen dauernden Impuls erzeugen, der sich in den Resultaten äussert, welche Vöchting einer ererbten Kraft zuschreibt. Auch ist nach Sachs die Verschiedenheit des Bildungsmaterials ein notwendiger Begleiter der Verschiedenheit der Form und demgemäss sind die Stoffe, aus denen die Wurzeln gebildet werden, chemisch von denen verschieden, welche die Zweige ernähren. Das Wachstum der Wurzeln und der Knospen an einer gegebenen Stelle soll nun durch die Verteilung der wurzel- und zweigbildenden Stoffe bestimmt und diese Verteilung wieder durch die Gravitation geregelt sein. Während das Wurzelmaterial in gewissem Sinne geotropisch ist, strebt das Zweigmaterial nach aufwärts. Jedoch soll die Neigung des Wurzelmaterials nach unten zu fliessen, auch dann sich fortsetzen, nachdem der Zweig schon zum Schnitt gemacht und mit der oberen Seite nach unten aufgehängt ist; das Wurzelmaterial würde also dann aufwärts gegen die Basis des Schnittes fliessen, weil jenes Ende ursprünglich das untere war.

Beobachtungen an der Brombeere sollen entscheiden, wie weit das natürliche Wachstum der Wurzeln mit de Vries' oder Sachs' Theorien über das Wachstum von Schnitten übereinstimmt.

Die langen sterilen Schösslinge der Brombeeren vermögen bekanntlich an ihren Enden Wurzeln zu treiben. Da gewöhnlich die hängen-

den langen Zweige wachsen und Wurzel treiben, so könnte man annehmen, dass die Gravitation das Wachstum der Wurzeln am untern Ende des Zweiges bestimmt, wie in einem Weidenzweigschnitte die Wurzeln an dem ursprünglich unteren Ende wachsen. Jedoch zeigen Untersuchungen an Brombeeren unter gewissen Bedingungen, dass dies nicht der Fall ist. Wenn Brombeeren auf einem abschüssigen Hügel wachsen, so wachsen die meisten Zweige direct abwärts oder treiben mehr oder weniger horizontal den Hügel entlang und wenden sich schliesslich abwärts. Andere Zweige dagegen wachsen aufwärts und von diesen treiben einige an der Spitze Wurzeln. Das Wurzelwachstum der Brombeeren wird also jedenfalls nicht durch die Gravitation bestimmt, sondern hier muss ein morphologisch bestimmter Trieb angenommen werden, welcher zur Erzeugung von Wurzeln an der Spitze des Zweiges Anlass giebt, ob nun seine Wachstumsrichtung auf- oder abwärts gewesen sein mag.

Macht man einen Schnitt von einer Brombeere, so wachsen nur die axillaren Triebe am apicalen Ende des Schnittes aus und treiben manchmal Wurzeln. Sie sind nur 10—12 mm. lang und 3—4 mm. breit, haben eine eigenthümliche keulenartige Form und sind mit rudimentären schuppigen Blättern bedeckt, von denen eine Anzahl verhältmässig grosser Wurzeln entspringen.

Um zu bestimmen, ob die Erzeugung dieser Wurzeln von der Gravitation oder von einer morphologischen Kraft abhängt, wurden von Zweigen, deren Wachstumsrichtung über dem Horizonte lag, Schnitte hergestellt. Die Schnitte wurden mit der Spitze nach oben aufgehängt und dann entwickelten die meisten apicalen Triebe sich in den wurzeltragenden Zweigtypus. Aehnliche wurzelnde Seitentriebe werden durch Schnitte von Zweigen hervorgebracht, die unter dem Horizonte gewachsen waren, woraus hervorgeht, dass in dieser Form der Wurzelerzeugung die Schwere nicht die Hauptkraft ist.

Wird das Ende eines Zweiges beschädigt, so wachsen der höchste Trieb oder die höchsten Triebe in Zweige aus, welche schliesslich Wurzel fassen. Unter Umständen können aber auch die keulenförmigen wurzeltragenden Seitentriebe sich entwickeln, deren ganze Bildung dem Wurzeltragen angepasst ist. Die Produktion solcher wurzelnder Triebe in Schnitten ist also offenbar derselbe Prozess, der in Zweigen vorgeht, welche auf natürliche Weise beschädigt sind, und dieser Vorgang setzt den Zweig in den Stand eine Funktion auszuführen, deren normale Ausübung verhindert wurde. Hieraus geht auch hervor, in welcher Beziehung der morphologische Wachstumstrieb für die Anforderungen des Falles besser geeignet ist, als irgend eine mögliche Abhängigkeit von der Gravitation als bestimmender Kraft. Wird das Ende eines Zweiges beschädigt, und soll sich dann ein Seitentrieb entwickeln um die Function der beschädigten Spitze zu vollziehen, so wird er die meiste Aussicht auf Erfolg haben, wenn er von der Lage

ausgeht, welche das Ende des ursprünglichen Zweiges vor seiner Beschädigung hatte. Am geeignetsten hierzu wird aber der Trieb sein, welcher der beschädigten Spitze am nächsten liegt, und deshalb ist es von Vorteil für die Pflanze, dass die Stelle wo die neue Entwicklung Platz greifen soll, morphologisch, und nicht durch die Gravitation bestimmt wird.

So ist also bei der Brombeere das Verhalten der Schnitte eine Wiederholung (Vöchting, a. a. O., p. 107) des normalen Ersetzungsvorgangs einer gestörten Funktion in der Pflanze; wie weit dies auch für andere Pflanzen zutrifft, muss für jetzt unbestimmt gelassen werden.

S.

Ueber die entodermale Entstehungsweise der Chorda dorsalis.

Von

Prosector Dr. Leo Gerlach,

Docent der Histologie und Entwicklungsgeschichte in Erlangen.

(Schluss.)

Bezüglich der histologischen Zusammensetzung sind beide Teile des Blastoderms streng auseinander zu halten. Dasselbe besteht innerhalb der Area pellucida aus zwei Zellschichten, aus dem Ektoderm und dem Entoderm. Das erstere oder das obere Keimblatt setzt sich aus cylindrisch geformten Zellen zusammen, welche in der Mitte der Area zu zwei bis drei Schichten geordnet sind; nach der Peripherie zu verdünnt sich das Ektoderm immer mehr und bildet in der Nähe des medialen Randes der Area opaca nur noch eine einschichtige Lage niedriger Cylinderzellen. Das Entoderm oder das untere Keimblatt ist in der Area pellucida nicht bei allen Eiern gleichmässig beschaffen, was darauf hindeutet, dass dasselbe, wenn die Eier gelegt werden, bereits mehr oder weniger entwickelt sein kann. Im Allgemeinen lässt sich behaupten, dass im hinteren Teile des durchsichtigen Fruchthofes die Ausbildung des unteren Keimblattes immer weiter gediehen ist, als in dem vorderen. In den hinteren Bezirken der Area pellucida bildet das Entoderm meistens schon eine continuirliche Zellschichte, welche, wie auf Durchschnitten zu sehen, von dem Ektoderm durch einen spaltförmigen Zwischenraum getrennt ist. Nach vorne zu hört diese zusammenhängende Entodermlage, und zwar je nach dem Grade der Ausbildung des unteren Keimblattes, bald früher bald später auf, und man findet an ihrer Stelle eine Reihe von Zellhaufen, welche dem Ektodem dicht anliegen, und, da sie nicht fest zusammenschließen, eine vielfach durchbrochene Platte darstellen. Im Innern dieser Haufen, sowie auch in den hintern Teilen des Entoderms stößt man vielfach auf größere und kleinere Furchungskugeln. Letztere finden

sich auch oft, mehrere neben einander, oberhalb des bereits zu einer zusammenhängenden Zellschichte ausgebildeten Entoderms, und sie liegen dann in dem erwähnten spaltförmigen Raum zwischen den beiden Keimblättern. Ich habe diese intermediären Furchungskugeln, wie ich im Voraus bemerken will, auch noch an 8—10 Stunden bebrüteten Keimhäuten, an denen bereits der Primitivstreif aufgetreten war, vorgefunden. Sie scheinen später dem mittleren Keimblatte einverleibt zu werden.

Im Bereiche des Ringgebietes besteht die Keimhaut aus mehreren Lagen von Zellen, von denen die oberste eine Schichte cubischer Zellformen darstellt, welche, centralwärts sich allmählich zu niederen Cylinderzellen erhöhend, unmittelbar in das Ektoderm der Area pellucida übergehn. Die tieferen Zellen des Ringgebietes, welche sich aus mehr rundlichen, stark granulirten Zellen zusammensetzen, hängen nach Innen mit dem Entoderm des durchsichtigen Fruchthofes zusammen. Man pflegt daher die erstgenannte obere Schichte dem Ektoderm, die letztere dem Entoderm zuzurechnen. Indem ich mich in dieser Beziehung dem Vorgange der meisten neueren Embryologen anschließe, welche auch das Ringgebiet aus beiden Keimblättern sich zusammensetzen lassen, möchte ich doch einen wichtigen Unterschied zwischen den Keimblättern des hellen gegenüber denen des dunklen Fruchthofes betonen. Dieser beruht auf dem Vorkommen jenes spaltförmigen Raumes, welcher innerhalb der Area pellucida überall da wo das Entoderm eine continuirliche Lage darstellt, deutlich hervortritt, während er in dem Ringgebiete vollständig fehlt, indem hier die beiden Keimblätter zu einer gemeinsammen Zellmasse verschmolzen sind. Auf der anderen Seite dürfte für eine Zusammengehörigkeit der Umstand schwer in das Gewicht fallen, dass bei Färbung mit Pikrocarmin das Ektoderm sowohl der Area pellucida als des Ringgebietes sich tief rot färbt, während die Zellen des Entoderms hier wie da sich nur schwach oder überhaupt nicht färben.

An Durchschnitten durch unbebrütete Keimhäute sieht man, dass das Entoderm des Ringgebiets durch einen glänzenden Saum von dem unter ihm gelegenen weißen Dotter geschieden ist: ferner lässt sich erkennen, dass dasselbe sich gegen den peripheren Rand der Area opaca verschmälert, so dass dadurch der Rand der gesammten Keimscheibe eine Verdünnung erleidet.

Ich gehe nun über zu den Veränderungen, welche sich an der Keimhaut in Folge der Bebrütung einstellen. Auch hier will ich wenigstens für die in den ersten Stunden auftretenden Entwicklungsvorgänge die Area pellucida und opaca gesondert behandeln. Was die erstere betrifft, so ist zunächst der fortschreitenden Entwicklung des Entoderms zu gedenken, welches sich immer mehr zu einer ununterbrochenen aus einer einzigen Lage platter Zellen bestehenden Schichte ausbildet; ferner stellt sich in der Area pellucida gegen die

4.—5. Stunde eine centrale rundliche Trübung ein, deren Grenzen nicht scharf ausgeprägt sind. Dieselbe ist das von Dursy [1]) zuerst naturgetreu abgebildete Embryonalschild, welches die Folge einer stärkeren Verdickung der centralen Theile des Ektoderms ist. Das Embryonalschild fällt zusammen mit einer kuppenförmigen Prominenz der Area pellucida, welche an Keimhäuten, nachdem sie vom Dotter losgelöst sind, sehr leicht zu erkennen ist und bei der Erhärtung derselben so häufig in der Mitte des hellen Fruchthofes zur Bildung von kleinen Fältchen Veranlassung giebt.

Die Veränderungen in der Area opaca betreffen fast ausschließlich den hintern Theil desselben. Hier kommt es im Gegensatz zu dem gegenüberliegenden vordersten Abschnitt des Ringgebietes zu einer Verdickung der Keimhaut, welche in einer Vermehrung der entodermalen Zellen ihren Grund hat. An einer Stelle jedoch beteiligt sich an derselben auch das Ektoderm. Diese Stelle, deren Umfang kein sehr großer ist, reicht nach vorne ziemlich nahe an den hintern Rand der Area pellucida heran. Es besteht hier eine kurze Strecke weit das Ektoderm aus 2—3 Lagen von Zellen; diese sind dicht zusammengedrängt, und färben sich durch Pikrokarmin intensiv rot, was sie von den unter ihnen befindlichen Mesodermzellen scharf trennt. Nach hinten und vorne geht diese Ektodermverdickung, allmählich dünner werdend, continuirlich in die anstoßenden Teile des oberen Keimblattes über, welche nur eine einschichtige Lage von Zellen darstellen. Ich glaube kaum zu irren, wenn ich die in Rede stehende Verdickung auf eine locale Wucherung der Zellen des oberen Keimblatts zurückführe. Dieselbe scheint rasch nach beiden Seiten entlang dem hinteren Rande der Area pellucida fortzuschreiten, wodurch eine kleine Sichel entsteht, deren Hörner abgerundet sind [2]). Die Sichel, deren seitliche Ausdehnung sehr variirt, liegt im Bereich des Ringgebietes, grenzt aber nach vorne an den durchsichtigen Fruchthof. Sie ist, wie aus dem Gesagten hervorgeht, der optische Ausdruck einer lokalen Verdickung des Ektoderms, welches in Folge davon an dieser Stelle etwas prominirt. Etwa gegen die 6.—7. Brütestunde hat die Sichel auch nach vorne einen Fortsatz abgeschickt, der in die Area pellucida eingetreten ist; derselbe ist an seinem vorderen Ende verschmälert, während er hinten am Rande der Area pellucida, wo er in die Sichel übergeht, viel breiter wird, so dass er im Flächenbilde als ein kleines Dreieck erscheint, dessen Basis mit dem hinteren Rande der Area pellucida zusammenfällt, dessen ab-

1) Dursy, der Primitivstreif des Hühnchens. 1867. Taf. I. Fig. 1. b.

2) Den Angaben von Koller (Wiener Sitzungsberichte Bd. 80, pag. 316), wonach man schon an der unbebrüteten Keimhaut Sichel und eine mediane Anschwellung derselben, den sogenannten Sichelknopf, sehen könne, kann ich nicht beipflichten; auch finde ich, dass in sämmtlichen Abbildungen Koller's die Sichel viel zu breit wiedergegeben ist.

gerundete Spitze nach vorne sieht; die Seitenränder des Dreiecks treten nicht scharf hervor. Das Bild eines Dreiecks verschwindet jedoch sehr rasch wieder, indem der von der Sichel abgehende Fortsatz, die Medianlinie einhaltend, sich nach vorne zu verlängert und immer weiter in die Area pellucida und schließlich in deren Embryonalschild hineinwächst. Es geht so aus demselben der Primitivstreif hervor, dessen Bildung in gleicher Weise wie die der Sichel auf eine gegen das Entoderm zu gerichtete Wucherung des Ektoderms zurückzuführen ist, oder was dasselbe sagen will, Primitivstreif und Sichel sind verdickte Stellen des oberen Keimblattes. Im Flächenbilde stellen beide zusammen eine ankerartige Figur dar, die immer deutlicher hervortritt, da mit der Verlängerung des Primitivstreifens eine Reduction des unter der Sichel liegenden Entodermbezirks einhergeht. Der Letztere verdünnt sich zu einer einzelligen Lage, und da diese sich gleichzeitig vom weißen Dotter abhebt, so wird dadurch die Area pellucida auf Kosten des Ringgebiets um ein kleines Stück vergrößert, (Zuwachsstück, His) und erhält so eine birnförmige Gestalt.

In dem Zuwachsstück ist die Sichel gelegen; sie muss, wenn die Verdünnung des Entoderms nicht über den hintern Rand der Sichel hinausgegangen ist, an das verkleinerte Ringgebiet unmittelbar anstoßen, im anderen Falle dagegen sind beide durch einen hellen Saum geschieden, und es erscheint dann die ankerförmige Verdickung des Ektoderms ganz im Innern der Area pellucida.

In dem Primitivstreif tritt bald eine rinnenförmige Einsenkung auf, die Primitivrinne, die eine wechselnde Ausdehnung erlangen kann, und sich überhaupt sehr verschieden verhält. Bald ist dieselbe nur kurz und nimmt nicht die ganze Länge des Primitivstreifens ein, bald ist sie nur sehr seicht, kann einmal oder mehrfach unterbrochen sein, bald ist sie sehr tief und läuft, sich dichotomisch teilend, nach hinten in zwei Schenkel aus, welche sich in die Sichel hineinerstrecken. Auf ein fast ganz regelmäßiges Verhalten des Primitivstreifens hat Götte[1]) aufmerksam gemacht. Dasselbe betrifft eigentlich mehr die Ränder der Rinne, die sogenannten Primitivwälle. Am Kopfende des Primitivstreifens ist der linke Primitivwall eingekerbt, so dass die Rinne sich in diese Kerbe scheinbar fortsetzt, und es den Eindruck macht, als ob dieselbe vorne nach links umbiege.

Die vollendete Ausbildung des Primitivstreifens und der Primitivrinne fällt in die 12. bis 14. Stunde der Bebrütung.

Um verständlicher zu sein, habe ich bisher die Entwicklung der letztgenannten Bildungen im Zusammenhang verfolgt, ohne auf gleichzeitig sich einstellende Veränderungen im Blastoderm Rücksicht zu nehmen, was ich jetzt nachholen muss. Diese beruhen in dem Auftreten und der

---

1) Götte, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Archiv für mikroskop. Anatomie Bd. 10, pag. 175. 1873.

Ausbreitung des mittleren Keimblatts. Ueber den ersteren Punkt geben nur sorgfältig hergestellte Reihen von Quer- und Längsschnitten befriedigenden Aufschluss. Hat dagegen das Mesoderm schon eine gewisse Ausdehnung erlangt, so ist auch die Betrachtung ganzer Keimhäute und zwar bei auffallender Beleuchtung empfehlenswert, da hiebei die Grenzen des mittleren Keimblattes in vielen Fällen sehr deutlich zu erkennen sind.

Das mittlere Keimblatt stammt von dem oberen ab. Seine Entwicklung beginnt mit dem Erscheinen der Sichel. Die Zellen derselben vermehren sich alsbald sehr stark, so dass die Sichel einmal nach unten gegen das Entoderm zu noch etwas weiter wächst, wodurch wahrscheinlich die oben beschriebene Dickenabnahme desselben an dieser Stelle verursacht wird, und ferner in den Stand gesetzt wird, sowol nach vorne als nach rückwärts Zellen abzugeben. Hievon konnte ich mich bei der Durchmusterung von zwei Schnittreihen überzeugen, welche von Keimhäuten herrührten, deren Primitivstreif im Flächenbilde dreieckig erschien, sich also noch auf einer sehr frühen Entwicklungsstufe befand. Beide Keimhäute waren in sagittaler Richtung durchschnitten worden. In den Schnitten, welche seitlich von dem Primitivstreifen die Keimhaut durchsetzten, war unzweifelhaft zu erkennen, wie die von der Sichel aus nach rückwärts wuchernden Zellen sich ähnlich wie die Zellen der Sichel selbst verhielten. Sie sind fest aneinander gedrängt, und bilden für's Erste eine einschichtige Zellenlage, die sich zwischen Ektoderm und Entoderm des Ringgebiets einschiebt. Die Zellen jedoch, welche aus der Sichel nach vorne zu austreten, gelangen innerhalb der Area pellucida in den Raum zwischen Entoderm und Ektoderm und haben hier Platz sich etwas weiter von einander zu entfernen; sie sind darum weit lockerer zusammengefügt.

Die gleichen Vorgänge wie bei der Sichel wiederholen sich in successiver Reihenfolge auch bei dem Primitivstreifen, denn auch dieser ist ja nichts weiter als eine Ektodermverdickung; überall da wo diese bereits eine gewisse Stärke erlangt hat, beginnen Zellen derselben seitwärts zwischen die beiden Keimblätter einzuwachsen. Indem sie sich mit den von der Sichel abstammenden Zellen zu einer intermediären Zellenlage vereinigen, entsteht das mittlere Keimblatt. Aus der Bildungsweise desselben geht mit Notwendigkeit hervor, dass es im Umfange der Sichel, sowie längs des Primitivstreifens mit dem oberen Keimblatt, von dem aus es erzeugt wird, zusammenhängen muss. Die Ausdehnung der Sichel ist viel kleiner, als die des Primitivstreifens. Daraus folgt, dass jene nur in der ersten Zeit, wenn dieser noch nicht sehr weit gediehen ist, für die Mesodermentwicklung in Betracht kommt; später erfolgt die weitere Anlage desselben fast ausschließlich vom Primitivstreifen aus. Da die Ausbildung des letzteren von hinten nach vorn zu fortschreitet, so werden dem entsprechend diejenigen Mesoderm-

zellen, welche von der Sichel und dem hintern Abschnitte des Primitivstreifens abstammen, indem sie zwischen den beiden Keimblättern immer weiter nach außen vordringen, eher das Ringgebiet erreichen müssen, als die von dem vorderen Abschnitte des Primitivstreifens aus wuchernden Mesodermzellen. Am besten kann man dieses Verhalten erkennen, wenn man eine Schnittreihe durchsieht, in welche der Quere nach eine Keimscheibe zerlegt ist, deren Primitivstreif noch keine ausgesprochene Rinne zeigt, also etwa in der Mitte seiner Entwicklung steht. Die durch den vordersten Teil des Primitivstreifens gehenden Schnitte zeigen nur eine nach unten zu verdickte Stelle des Ektoderms, erst bei den durch das mittlere Drittteil fallenden Schnitten sind seitlich an dieser verdickten Stelle flügelförmige Anhänge zu erkennen, welche eine kurze Strecke weit zwischen das obere und untere Keimblatt eindringen; dieselben entsprechen den Durchschnitten durch das im Entstehen begriffene Mesoderm. Je weiter nun die Schnitte nach hinten rücken, eine desto größere Länge erreichen nach beiden Seiten hin die Mesodermanhänge des Primitivstreifens. Schließlich erkennt man an den durch die hintersten Teile der Area pellucida gehenden Schnitten, dass das Mesoderm sich bereits bis in die Area opaca hinein vorgeschoben hat.

Im Flächenbilde muss in diesem Entwicklungsstadium derjenige Teil der Keimhaut, welcher bereits ein Mesoderm enthält, als ein annähernd gleichschenkliges Dreieck erscheinen, dessen abgerundete Spitze von dem Kopfende des Primitivstreifens eingenommen wird, und dessen Grundlinie bereits in das Ringgebiet hineinfällt, jedoch nicht gerade, sondern nach hinten convex ist, während die beiden Seitenlinien gleichfalls als leicht gebogene Linien zu Tage treten, deren Concavität nach vorne und außen gerichtet ist.

Die weitere mit der allmählichen Ausbildung des Primitivstreifens einhergehende Ausdehnung des Mesoderms schreitet nach hinten unter dem Ektoderm des Ringebietes nur langsam fort; verhältnissmäßig rasch breitet es sich dagegen seitlich von dem Primitivstreifen in der Area pellucida aus, indem die Mesodermzellen sich stark vermehren und auch in der mittleren Querzone der gesammten Keimhaut bis in das Ringgebiet hinein vordringen. Die Figur, unter welcher um die 12. bis 14. Brütestunde nach vollständiger Entwicklung des Primitivstreifens das mittlere Keimblatt im Flächenbilde erscheint, kann man sich am besten construiren, wenn man dieselbe als ein Halboval auffasst, welches dadurch entsteht, dass man von einem Oval sich die eine Hälfte durch einen im kleineren Durchmesser desselben geführten Schnitt losgetrennt denkt.

In unserem Falle ist nun das Halboval so gestellt, dass die der Halbirungslinie entsprechende Gerade direct nach vorne, die Bogenlinie desselben mit ihrem am meisten convexen Teil nach rückwärts gerichtet ist; die Bogenlinie fällt bereits durchaus in das Ringgebiet.

Auch darf man sich die vordere Grenzlinie nicht als eine vollständig gerade vorstellen, sondern sie ist in der Medianlinie durch das Kopfende des Primitivstreifens nach vorne etwas vorgebuchtet.

Nach der Ausbildung des Primitivstreifens fallen nun die weiteren Entwicklungserscheinungen vorwiegend in das vor dem letzteren liegende Gebiet der Area pellucida. Bei Betrachtung von Flächenbildern solcher Keimhäute, welche dieser Phase der Entwicklung angehören, lässt sich leicht beobachten, wie von dem etwas angeschwollenen Kopfende des Primitivstreifens ein sich nach vorne immer mehr verlängernder Fortsatz abgeht, der die Medianlinie einhüllt. Kölliker hat denselben Kopffortsatz des Primitivstreifens genannt, und ihn, wie auch die anderen Autoren, welche über denselben berichten, als eine Verdickung des nach vorne zu von dem Primitivstreifen vorgedrungenen Mesoderms aufgefasst. Diese Annahme beruht jedoch, worauf ich gleich zu sprechen kommen werde, auf einer irrigen Voraussetzung. Was zunächst die Lage des Kopffortsatzes betrifft, so muss ich Götte Recht geben, welcher gefunden hat, dass das fragliche Gebilde nicht in der Verlängerung der Primitivrinne liegt, sondern als eine Fortsetzung des rechten Primitivwalles erscheint[1]).

Der Kopffortsatz des Primitivstreifens ist nun keineswegs eine Mesodermbildung, sondern er kommt durch eine Verdickung des Entoderms zu Stande. Im Querschnitt erscheint derselbe unmittelbar vor dem Primitivstreifen spindelförmig; nach vorne zu wird diese Spindel allmählich breiter, indem die Uebergangsstelle derselben in die benachbarten Teile des Entoderms sich immer mehr verwischt. Was das Mesoderm anlangt, so fällt dessen weitere Ausbreitung nicht vor den Primitivstreifen, sondern dasselbe wuchert seitlich von der Mittellinie in dem vor dem Primitivstreifen gelegenen Abschnitt der Area pellucida weiter nach vorne und außen und ist in der Nähe des Ringgebietes am stärksten, während es medianwärts schwächer wird. Die Figur, unter der es in diesem Stadium im Flächenbilde erscheint, ist die eines lang gestreckten Kartenherzens, dessen stark abgerundete Spitze nach hinten sieht, während unmittelbar vor dem Primitivstreif der weit einspringende Einschnitt des Herzens liegt. Der Einschnitt wird zum großen Teile von dem Kopffortsatz ausgefüllt. Seine Ränder nähern sich aber immer mehr einander, indem das Mesoderm medianwärts gegen den Kopffortsatz zu wuchert und sich mit seinen Zellen dicht an denselben anlegt, so dass nur auf sehr dünnen Querschnitten die Grenze zwischen beiden deutlich zu sehen ist. Aus dem Gesagten geht hervor, dass in der den Primitivstreif enthaltenden Region der Area pellucida die Ausdehnung des Mesoderms eine centrifugale ist, während sie in dem vor dem Primitivstreifen gelegenen Bezirke centripetal vor sich geht. Je mehr nun der Kopffortsatz nach vorne sich

[1]) a. a. O. pag. 177.

verlängert, desto mehr legt sich an sein hinteres Ende das mittlere Keimblatt seitlich an, welches alsbald neben dem Kopffortsatz an Stärke zunimmt. Man kann diese Verhältnisse sehr gut an Reihen von Querschnitten verfolgen, welche durch Keimhäute gelegt sind, die einen bereits etwas längeren Kopffortsatz aufweisen. Hat man bei Besichtigung der Querschnitte die vordere Amnionfalte hinter sich, deren Genese aus dem Entoderm des vorderen Ringgebietes ich hier nicht weiter verfolgen will, so trifft man bald, je weiter die Schnitte nach hinten rücken, auf den Kopffortsatz, welcher als eine sehr breite Verdickung des Entoderms erscheint; bald werden auch Mesodermteile sichtbar, meistens auf der einen Seite etwas früher, als auf der anderen, aber sie sind von dem Kopffortsatz noch durch ein Stück Blastoderm geschieden, das nur aus dem oberen und unteren Keimblatte besteht. In den folgenden Schnitten nimmt dieser Zwischenraum zwischen Kopffortsatz und den Mesodermteilen jederseits sehr rasch ab, und bald sieht man die ersten Mesodermzellen seitwärts an den Kopffortsatz herantreten, und sich immer enger an ihn anlegen. Der letztere verschmälert sich von nun an zusehends, und sein Querschnitt geht bald in die Spindelform über. Dabei nimmt sowol er, als das hart an ihn angrenzende Mesoderm, je weiter sich die Schnitte dem Kopfende des Primitivstreifens nähern, fortwährend an Stärke zu.

Ueber das hintere Ende des Kopffortsatzes gaben mir Querschnitte keine Auskunft. Dagegen haben mich mediane Längsschnitte über das Verhalten des Kopffortsatzes zu der Axenplatte des Primitivstreifens aufgeklärt. An solchen Schnitten — es sind begreiflicher Weise immer nur wenige Serienschnitte, welche der Länge nach durch Axenplatte und Kopffortsatz gehen — ist die Grenze zwischen beiden, da sie sich fest aneinander legen, nicht leicht zu finden. Achtet man jedoch auf diejenige Stelle, an welcher das Ektoderm beginnt, einen scharfen unteren Grenzcontour zu bekommen, so wird man auf eine schiefe Linie aufmerksam, welche die Axenplatte von den Entodermzellen des Kopffortsatzes trennt, und erkennt, wie das dünne, unter der Axenplatte gelegene und mit derselben nur lose verbundene Entoderm, sobald dieselbe vorne aufhört, sich plötzlich zu dem Kopffortsatze verdickt. Mit anderen Worten, es scheidet auf solchen medianen Längsschnitten jene schiefe Grenzlinie eine Verdickung des Ektoderms (Axenplatte des Primitivstreifens) von einer Verdickung des Entoderms (Kopffortsatz).

In den folgenden Entwicklungsstadien, welche sich durch eine weitere Ausbildung und Vergrößerung des vorderen Teiles der Area pellucida, durch das Auftreten der Rückenwülste, sowie der Rückenfurche kennzeichnen, sehen wir den Kopffortsatz ebenfalls in einer von hinten nach vorne fortschreitenden Umbildung begriffen. Der Querschnitt desselben beginnt hinten allmählich in eine rundliche Form überzugehn, während er vorne noch spindelförmig ist; damit ist zugleich

ausgesprochen, dass der Kopffortsatz, und zwar zuerst mit seinem hinteren Teile, in querer Richtung sich verschmälert, in dorsoventraler Richtung dagegen an Stärke zunimmt. Da nun der Kopffortsatz, den man jetzt schon, wenn er sich auch noch an keiner Stelle vom Entoderm gänzlich losgelöst hat, als Chorda bezeichnen kann, unter der Rückenfurche liegt, so muss der Grund desselben durch die in dorsoventraler Richtung sich vergrößernde Chorda nach oben vorgebuchtet werden; es entsteht so eine Erhebung des Bodens der Rückenfurche in Gestalt einer medianen Längsleiste, der ich den Namen Chordawulst beilegen möchte. Derselbe ist unmittelbar vor dem Primitivstreif am stärksten entwickelt, verflacht sich aber nach vorne immer mehr. An Querschnitten durch diese Gegend ist die mediane Erhebung der Rückenfurche aber gut zu erkennen, und man beobachtet, wie der über der Chorda liegende Teil der Medullarplatte des Ektoderms etwas dünner ist. Der Chordawulst, welchen übrigens schon Götte als axialen Wulst erwähnt[1]), hat nur ein kurzes Dasein, da er in Folge einer stärkeren Erhebung der Rückenwülste bald verschwindet.

Bereits oben habe ich bemerkt, dass der Kopffortsatz verhältnissmäßig bald nach seinem Auftreten eine Verbreiterung seines vorderen Endes zeigt; dieselbe ist von dreieckiger Form, und es geht die eine in der Medianlinie liegende Spitze des Dreiecks nach hinten zu in den geradlinigen Teil des Kopffortsatzes über. Diese nicht scharf zu bezeichnende Uebergangsstelle ist für den Anfang der Entwicklung der Kopfdarmhöhle von Bedeutung, indem von hier aus nach hinten zu die Keimhaut in der Medianlinie sich ventralwärts tief einsenkt. Es entsteht so ein nach dem Dotter zu gerichteter Kiel des Blastoderms, welcher vorne ziemlich scharf begrenzt ist und nach rückwärts sich allmählich abflacht.

Was die Länge dieses Kiels anlangt, so ist er, wenn man die Strecke von dem hinteren Ende des Kopffortsatzes an bis zu der Stelle, wo er in jene dreieckige Verbreiterung übergeht, in zwei Hälften teilt, nur in der vorderen deutlich ausgeprägt, in der hinteren Hälfte ist er schon oben flach geworden und unmittelbar vor dem Primitivstreifen kaum mehr vorhanden. Gleichzeitig mit der Bildung des Kiels kommt es neben und vor demselben zu der Erhebung einer Falte. Da dieselbe sich dorsalwärts über das Niveau der Keimhaut erhebt, so muss sie von der ventralen Seite betrachtet als eine Furche erscheinen, und zwar von der Form eines Hufeisens. Sie besteht demnach aus zwei Längsfurchen, welche vorne durch eine kurze quere Verbindungsfurche, welche im Bogen um das vordere Ende des Kiels herumgeht, mit einander zusammenhängen. Nach hinten zu verlieren sich die beiden Furchen ebenso wie der Kiel ziemlich rasch, in dem Niveau der Keimhaut.

Von der vorderen Querfurche geht die Bildung der Kopfdarm-

[1]) a. a. O. pag. 176.

höhle aus. Da nun, wie wir wissen, an dieser Stelle die Keimhaut nur aus dem dreiseitig verbreiterten Ende des Kopffortsatzes und dem Ektoderm besteht, indem das Mesoderm hier noch nicht bis in die nächste Nähe der Medianlinie vorgedrungen ist, erklärt es sich, warum die Kopfdarmhöhle in den ersten Anfängen nur eine zweischichtige Wand besitzt; dieselbe besteht nur aus einem sehr verdickten Entoderm und dem Ektoderm. Das mittlere Keimblatt wandert erst später von der ventralen Seite aus ein.

Betrachtet man eine in diesem Stadium befindliche Keimhaut von der dorsalen Seite, so fällt die faltenförmige Erhebung des embryonalen Kopfendes am meisten in's Auge. Da diese ja die Gestalt eines Hufeisens besitzt, so können wir ebenfalls zwei Längsfalten und eine bogenförmige Querfalte unterscheiden. Die letztere ist unter dem Namen der Kopffalte bekannt. Die beiden Längsfalten sind nichts Anderes, als die vorderen Teile der Rückenwülste, welche die vorne sehr tiefe Medullarrinne zwischen sich fassen.

Es lassen sich um diese Zeit die Rückenwülste ungezwungen in drei Abschnitte zerlegen, die allerdings ohne scharfe Grenze in einander übergehn. Im hinteren Abschnitt sind die Wülste noch sehr flach, enthalten aber eine schon ziemlich dicke Mesodermeinlage (Urwirbelplatten); sie fassen zwischen sich das vordere Endstück des Primitivstreifens, welches demnach, wenn die Rückenfurche sich hier mehr vertieft, auf dem Grunde derselben zu liegen kommt. Vorerst ist die Furche hier noch kaum angedeutet. Im mittleren Teile sind die Rückenwülste schon etwas mehr erhaben, und besitzen ebenfalls noch eine sehr starke Mesodermeinlage; das zwischen ihnen liegende Stück der Rückenfurche ist schon etwas mehr vertieft und enthält im Grunde die Chorda. In diesem Abschnitt tritt später die erste Urwirbelspalte auf, und zwar nicht sehr weit vor dem Primitivstreifen. Im vorderen Abschnitte endlich sind die Rückenwülste, wie schon erwähnt, faltenförmige Erhebungen, welche vorne durch die Kopffalte mit einander verbunden sind, und welche, weil hier das Mesoderm erst später eingewachsen ist, nur eine dünne Lage desselben einschließen. Der zwischen ihnen liegende vorderste Teil der Rückenfurche ist entsprechend dem ventralwärts vordringenden Kiel sehr vertieft. An Querschnitten durch diese Gegend erscheint die Chorda queroval und an die von oben her sich einsenkende Medullarplatte so fest angedrückt, dass es, zumal wenn die Ablösung der Chorda vom unteren Keimblatt schon an dieser Stelle begonnen hat und darum der Zusammenhang mit diesem an den Schnitten nicht mehr deutlich ist, sogar den Anschein gewinnen kann, als sei die Chorda von der Medullarplatte aus entstanden, also ein Produkt des Ektoderms.

Das geschilderte Entwicklungsstadium fällt ungefähr in die 20. bis 22. Stunde des ersten Tages der Bebrütung. Um diese Zeit ist die Loslösung der Chorda vom Entoderm, welche an deren hinterem

Ende begonnen hat, schon ziemlich weit nach vorne vorgerückt; und wenn kurz hierauf die ersten Urwirbel auftreten, so ist von einem Zusammenhang zwischen beiden an Querschnitten, die durch die mittlere Embryonalanlage (Urwirbelgegend) gelegt sind, Nichts mehr wahrzunehmen.

Das Verhalten der Chorda an solchen Querschnitten kann aber, wie aus dem Vorherstehenden erhellt, keineswegs zu dem Schlusse berechtigen, dass die Chorda sich von dem Entoderm unabhängig bilde, und dies möchte ich Kölliker, dessen Angaben und Schlussfolgerungen ich bereits im Eingange referirt habe, entgegen halten. Bei dem Kaninchenembryo, an welchem Kölliker jene Reihe von Querschnitten abbildet, war vermutlich die Loslösung der Chorda vom Entoderm schon ganz erfolgt, oder wenigstens nahezu vollendet, vorne am Kopfende des Embryos zuletzt; und darum jene nach vorne fortschreitende Verdünnung und zeitweiliges Fehlen des Entoderms unter der Chorda, während dasselbe vor dem Kopfende des Primitivstreifens sich schon wieder verdickt hatte, da hier ja die Loslösung am frühesten stattgefunden hatte. Ich wüsste nicht, wie man jene Querschnitte anders deuten könnte, da sich ja für die Verdünnung des unteren Keimblattes unter der Chorda meiner Ansicht nach keine sonstige befriedigende Erklärung anführen lässt.

Dass die Ablösung der Chorda mit einer Continuitätstrennung des Entoderms seitlich von ihr verbunden sei, und dieses sonach wieder unter ihr in der Medianlinie zusammenwachsen müsste, eine Annahme, zu welcher vielleicht die Fig. 189 und 190 des Köllikerschen Lehrbuches Veranlassung geben könnten, glaube ich für das Hühnchen nach meinen Präparaten in Abrede stellen zu sollen. Ein Teil der letzteren hat die größte Aehnlichkeit mit einer der Abbildungen, welche Hensen seiner oben angeführten Abhandlung beigegeben hat. Seine Zeichnung Fig. 40, welche einen Querschnitt durch einen bereits mit vier Urwirbeln versehenen Kaninchenembryo wiedergibt, könnte mit nur wenigen geringen Veränderungen auch einen Querschnitt von einem Hühnerembryo, der allerdings noch keinen Urwirbel aufweisen dürfte, repräsentiren. Es scheint daher beim Hühnchen die Entwicklung der Chorda aus dem Entoderm etwas früher vollendet zu werden als bei dem Kaninchen.

Was nun die Art der Loslösung der Chorda vom Entoderm angeht, so glaube ich ebensowenig wie eine dabei stattfindende Continuitätstrennung des Entoderms in dem eben erörterten Sinne eine rinnenförmige Ausstülpung und schließliche Abschnürung der Chorda vom Entoderm befürworten zu können, sondern sowohl meine eigenen Präparate als die mehrfach besprochenen 7 Abbildungen Köllikers (Fig. 191—197) scheinen mir für die Annahme zu sprechen, dass beim Hühnchen sowie bei dem Kaninchen die unterste, sehr verdünnte Zellenlage der Chordaanschwellung des Entoderms nach

Loslösung derselben als verdünnte Stelle des unteren Keimblattes zurückbleibt.

Zum Schlusse möchte ich daran erinnern, dass die Entwicklung der Chorda vor dem Primitivstreifen aus dem Gebilde, welches Kölliker später Kopffortsatz nannte, schon von Dursy[1]) erkannt und eingehend geschildert wurde. Seine Abbildungen sind, soweit sie sich auf diesen Punkt beziehen, vollkommen naturgetreu. Leider sind die Untersuchungen dieses verdienstvollen Forschers von den späteren Autoren lange nicht genügend gewürdigt worden.

Es besteht somit, wenn man von den Angaben über die Ausbreitung des Mesoderms in dem vor dem Primitivstreifen gelegenen Teil der Area pellucida absieht, das Neue, das die vorliegende Mitteilung bringt, hauptsächlich darin, dass jenes Gebilde eine Verdickung des Entoderms darstellt. Der Name Kopffortsatz ist daher für dasselbe kein sehr zutreffender. Will man es nicht nach dem Vorgange von Dursy schon von Anfang an Chorda nennen, so möchte ich wenigstens für dasselbe den Namen Chordaanschwellung vorschlagen.

Erlangen, am 25. März 1881.

A. F. W. Schimper, Untersuchungen über die Entstehung der Stärkekörner.

Botan. Zeitung, 1880. S. 882 ff.

Nach Nägeli's grundlegenden Untersuchungen, die auch Sachs auf Grund eigener Beobachtungen bestätigte, ist der Bildungsort der Stärkekörner, des ersten sichtbaren Assimilationsproduktes bei den Pflanzen, der Chlorophyllkörper: Im Innern des mit dem grünen Farbstoff begabten Protoplasmakörperchens entstehen an beliebigen Stellen einzeln oder zu mehreren, Körnchen von Stärke, welche, allmählich wachsend, oft das Chlorophyllkorn ganz ausfüllen.

Dass diese Art und Weise der Stärkebildung nicht allgemein sei, zeigt Schimper durch seine neuen Untersuchungen. Bei einer großen Anzahl Pflanzen bilden sich die Stärkekörner nicht an beliebigen Stellen des Chlorophyllkörpers, sondern nur dicht unter der Oberfläche desselben. Bei kugligen Chlorophyllkörnern können sich die Stärkekörnchen an allen Punkten der Oberfläche finden, bei scheibenförmiger Gestalt der ersteren jedoch nur an der Mantelzone der Scheibe.

Die Beobachtungen werfen namentlich ein neues Licht auf die Entstehung des den Stärkekörnern vieler Pflanzen eigenen excentrischen Baues. Es sind nämlich alle die an der Peripherie der Chloro-

[1]) a. a. O. pag. 37.

phyllkörner entstandenen Stärkekörnchen excentrisch geschichtet und zwar ist die im Wachstum geförderte Seite ohne Ausnahme diejenige, welche dem Chlorophyllkorn anliegt, so dass der Kern des Stärkekorns immer am weitesten nach Aussen gerückt ist. Das ungleiche Wachstum auf beiden Seiten des Kerns ist Folge der ungleichen Ernährung.

Stärkekörner finden sich nun nicht nur in grünen, sondern auch in chlorophyllfreien Organen. Da nur chlorophyllhaltige Organe assimiliren, so fragt es sich, wie und wo entsteht die Stärke in bleichen Organen. Es wurde angenommen, dass dieselbe aus dem Protoplasma sich abscheide und in diesem eingebettet bleibe bis zum Verbrauch. Schimper's Beobachtungen ergaben, dass auch in den nichtgrünen Pflanzenteilen die Bildung der Stärkekörner abhängig ist von besonderen, den grünen Chlorophyllkörnern in der Form mehr oder weniger ähnlichen Organen, welche er zum Unterschiede „Stärkebildner" nennt. Die Stärkebildner sind wie die Chlorophyllkörner eiweißähnliche Substanzen. Das Millon'sche Reagens färbt sie rot, Salpetersäure gelb.

Die Stärkekörner bilden sich aus den Stärkebildnern in derselben Weise wie aus den Chlorophyllkörnern an der Oberfläche, und wir finden auch hier dieselbe Abhängigkeit des excentrischen Baues von der Anheftungsstelle des Stärkekorns. Die von den Stärkebildnern erzeugte Stärke ist kein Assimilationsprodukt, sondern ein Umbildungsprodukt.

Die Entwicklung dieser Stärkebildner lässt sich am besten in den Epidermiszellen des Blattstiels und Stengels von Philodendron grandifolium beobachten: „In jungen Zellen sieht man den wandständigen oder häufiger durch Plasmafäden im Zelllumen suspendirten Zellkern umgeben von ziemlich zahlreichen mattglänzenden kugligen Körperchen, die dem Kernkörperchen ganz ähnlich sehen. Die Entwickelungsgeschichte dieser Gebilde ist im Wesentlichen folgende. Der Zellkern der jüngsten Zellen ist von einer Schicht sehr dichten Protoplasmas umgeben, welche anfangs überall gleich dick ist, später bucklig wird. Die zuerst halbkugligen Prominenzen runden sich zu den soeben erwähnten Kugeln ab, während die dazwischenliegende Substanz die Eigenschaften gewöhnlichen Protoplasmas annimmt. Dieser Vorgang ist wol so aufzufassen, dass eine zuerst in dem den Zellkern umhüllenden Protoplasma gleichmäßig verteilte Substanz sich von demselben sondert und um gewisse Anziehungscentra ansammelt. Die Kügelchen besitzen das vorhin beschriebene Verhalten gegen Reagentien und sind Stärkebildner. Sie erzeugen dicht unter ihrer Oberfläche zahlreiche Stärkekörnchen, welche namentlich im Blattstiel sehr klein bleiben und oft ihren Bildungsherd wie eine Kugelschale umgeben. Im centralen Teile der Stärkebildner werden, soweit sich feststellen ließ, keine Stärkekörner gebildet."

Indem wir über die speciellen Darlegungen der Formen und Bil-

dung der Stärkebildner und Stärkekörner bei einzelnen Pflanzenspecies hinweggehen, lassen sich folgende allgemeine Tatsachen feststellen. In Bezug auf die Form der Stärkebildner können mehrere Typen unterschieden werden. Die Stärkebildner sind kuglig oder spindelförmig oder endlich anfangs kugelig, später langgestreckt. Diese verschiedenen Formen entstehen entweder nur in der Protoplasmahülle des Zellkerns oder auch im wandständigen Plasma. Stärke erzeugen sie entweder nur an der Oberfläche oder in ihrer ganzen Masse.

Dass die Stärkebildner den Chlorophyllkörnern nahe verwandt sind, geht daraus hervor, dass erstere sich in letztere umwandeln können. Durch dieses Verhalten nähern sich die Stärkebildner dem Leucophyll, so dass der Verf. geneigt ist, die Identität beider anzunehmen. Die Leucophyllkörner können ebenfalls Stärke erzeugen, welche als ein Umwandlungsproduct vorhandener Stoffe anzusehen ist, wie die von den Stärkebildnern erzeugten Stärkekörner. Weiter ausgedehnte Untersuchungen ergaben, dass auch die Chlorophyllkörner nicht nur als Organe der Assimilation functioniren, sondern dass sie auch aus zugeführten assimilirten Stoffen Stärke bilden, mithin teils als Chlorophyllkörner, theils als Stärkebildner wirken.

Es ist durch Schimper's Arbeit die bisherige Unklarheit über die Stärkebildung in nicht assimilirenden Pflanzenteilen beseitigt. Die schon in dieser Arbeit gelieferten neuen Tatsachen über das Stärkewachstum werden in Kurzem durch weitere Untersuchungen desselben Forschers erweitert werden.

A. Hansen (Erlangen).

Anton Stuxberg, Evertebratfaunan i Sibiriens Ishaf.

Stockholm 1880.

In dieser Abhandlung, welche als Anhang Nr. 22 zum 5. Bande der Handlingar der Schwedischen Akademie der Wissenschaften erschienen ist, gibt der Verf. eine Uebersicht der Evertebratenfauna des sibirischen Eismeers auf Grund der Untersuchungen, welche auf den schwedischen Expeditionen 1875, 1876 und 1878—1879 unter Nordenskjöld's Führung angestellt wurden. Die Schleppnetze wurden von der Ostseite Novaja Semlja's bis zur Beringsstraße an 102 Stellen ausgeworfen. Die Tiefe des sibirischen Eismeeres ist unbedeutend; sie beträgt meistens nur 27—36 m., vor den Mündungen des Ob und Jenisei sogar oft nur 9—18 m. Nur an der Ostseite von Novaja Semlja sind Tiefen von 146—238 m. Der Meeresboden ist sandig und thonig. Je mehr Thon er enthält, je reicher ist er belebt. Am Grunde hat das Wasser ein specifisches Gewicht von 1,0225 bis 1,0270, also ungefähr den Salzgehalt der

Nordsee. Die oberflächlichen Wasserschichten sind vor den Mündungen der Flüsse schwächer salzig. Im August und September 1878 wurden fast in allen Wasserschichten Temperaturen unter 0° gefunden; an einer Stelle 50 m. tief — 2,3° und 122 m. tief — 2°. In der litoralen Region, wo der Meeresgrund bei Ebbe entblößt wird, können der niedrigen Temperatur und des Eises wegen, welches bei Stürmen oft hoch auf den Strand hinauf geschoben wird, weder Pflanzen noch Tiere bestehen. Die gleichmäßigen physikalischen Verhältnisse, welche von der Ebbegrenze bis zu den untersuchten Tiefen herrschen, gestatten keine Einteilung der Fauna in höher und tiefer lebende Abteilungen. Es lassen sich aber im sibirischen Eismeere größere oder kleinere Gebiete unterscheiden, in denen eine Art oder wenige Arten gegenüber den andern mit ihnen zusammenlebenden Arten durch eine große Zahl von Individuen vertreten sind. Diese Gebiete nennt Stuxberg Tierformationen. Dem Karischen Meere gehören ausschließlich 9 Tierformationen an: die Actinia-Formation, die Asterias-F., die Archaster-F., die Ctenodiscus-F., die Ophiacantha-F., die Ophioglypha-F., die Reticulpora-F., die Archaster-Ctenodiscus-F. und die Ophiacantha-Archaster-Formation. Der ganze östlich vom Karischen Meere liegende Theil des sibirischen Eismeers hat 7 eigenthümliche Tierformationen: die Echinus-F., die Hydroid-F., die Idotea-F., die Cumaceen-F., die Alcyonidium-F., die Ophiocten-Ophiacantha-F. und die Trochoderma- Ophioglypha-F. Beiden Gebieten gemeinsam sind folgende 4 Formationen: die Yoldia-F., die Antedon- Astrophyton-F., die Ophiocten-F. und die Ascidia-Formation.

K. Möbius (Kiel).

Zur Frage über die Teilung des Zellenkernes.

Von

Prof. Peremeschko (Kiew).

Im Frühling des vorigen Jahres beobachtete ich einen sehr merkwürdigen Fall der Teilung einer Epithelzelle in den äusseren Bedeckungen einer curarisirten Tritonlarve (Triton cristatus). Der fadenförmig differenzirte Kern stellte im Anfange der Beobachtung eine sternförmige Figur dar, in deren Centrum ein Klümpchen einer matten, schwachglänzenden Substanz sich befand (Fig. 1); die Stralen des Kerns gingen von diesem Klümpchen aus. Nach Flemming[1]) sollen die Stralen des Sterns Schleifen

Fig. 1.

1) Arch. f. mikr. Anat., Bd. XVIII, Heft 2.

darstellen, welche so liegen, dass die „Winkel der Schleifen nach dem Centrum, die Enden der Schenkel nach der Peripherie“ gerichtet sind. In meinem Falle war das Bild so klar und deutlich, dass von einer solchen Zusammensetzung des Sternes aus schleifenförmigen Fäden keine Rede sein kann. Die Stralen waren gerade; ein Ende jedes Strales verlor sich, wie erwähnt, in der centralen Masse, der andere dagegen endete im Protoplasma der Zelle. Sehr merkwürdig waren die verschiedenartigsten Veränderungen der Stralen: einige von ihnen (nicht alle gleichzeitig) verlängerten sich und verkürzten sich bald darauf; die anderen wurden bald dicker, bald feiner, noch andere krümmten sich zusammen und streckten sich bald darauf wieder. Die peripheren Enden einiger Stralen bogen sich in Form eines Ringes oder unter einem Winkel; zuweilen erschienen auf einem und demselben Strale einige Varicositäten, die bald darauf verschwanden; zuweilen kreuzten sich die Stralen untereinander oder zeigten sich netzförmig durchflochten. Mit einem Wort, die Veränderungen der Stralen waren denen der Pseudopodien der Rhizopoden sehr ähnlich.

Bei den beschriebenen Veränderungen konnte man sich leicht überzeugen, dass die Verdickung und Verlängerung der Stralen auf Rechnung der centralen Masse zu Stande kam, da die Quantität derselben merklich dabei abnahm und umgekehrt die Quantität der centralen Masse zunahm, wenn die Stralen kürzer oder feiner wurden. Einmal beobachtete ich, dass sogar die ganze centrale Masse in die Fäden überging; bald aber flossen die centralen Enden der Fäden von Neuem in eine compacte Masse zusammen.

Der Kern zeigte bei diesem Spiele der Fäden auch Locomotionen, indem die compacte Masse zweimal ihre centrale Lage in die excentrische änderte.

Diese pseudopodienartigen Veränderungen der Stralen dauerten länger als eine Stunde; darauf wurde der Kern ungemein blass, fast unsichtbar, dann bildete sich eine tonnenförmige Figur, welche sich bald teilte und endlich wurde auch der Leib der Zelle durch Abschnürung in zwei Hälften geteilt.

Aus allem Gesagten geht hervor, dass die Veränderungen des Kernes im gegebenen Falle in der Tat mit sehr complicirten und anhaltenden amöboiden Bewegungen verglichen werden können. Andererseits sieht man, dass die Fäden des differenzirten Kernes zu einer compacten Masse zusammenfließen können und diese letztere von Neuem wiederum in Fäden übergehen kann.

Außer diesem Falle, in welchem das Bild ungemein klar und überzeugend war, beobachtete ich noch einige Male dieselbe Erscheinung, aber minder deutlich. Einmal blieb nach der Teilung des Kernes die Teilung der Zelle aus. Der Zusatz von einer $^1/_2$ % Koch-

salzlösung zum Wasser, in welchem man das Tier beobachtet, macht das Bild viel deutlicher.

Das Zusammenfließen der Fäden des differenzirten Kernes in eine compacte Masse kann man zuweilen auch in roten Blutkörperchen der Amphibien beobachten. Bekannt ist, dass die Kerne der roten Blutkörperchen bei diesen Tieren sehr leicht austreten können, und zwar bei Triton durch Einwirkung 2%iger Borsäure, bei Rana, Bombinator — von $^1/_2$%iger Chromsäure.

Ich benütze diese Gelegenheit, um einen Fehler in meinem Aufsatze „Ueber die Teilung der rothen Blutkörperchen bei Amphibien" (Centralbl. f. d. med. Wis. 1879, Nr. 38) zu corrigiren. In diesem Aufsatze ist angeführt, dass die sich teilenden roten Blutkörperchen nur bei den Amphibienlarven vorkommen. Aber meine weiteren Untersuchungen haben gezeigt, dass die roten Blutkörperchen auch bei erwachsenen Amphibien — Triton cristatus, Rana esculenta und temporaria, Bombinator igneus — sich teilen können. Bei frisch gefangenen Tieren findet man nämlich an jedem Blutpräparate stets 1—2 sich teilende Körperchen.

Rindfleisch[1]), der das Austreten der Kerne aus den Haematoblasten im Knochenmarke des Menschen beobachtete, hält mit Brücke den Process für „Auswanderung des Zooids aus dem Oikoid." Nach Obvastzow[2]) „wird der Austritt des Kernes aus den Haematoblasten durch die postmortale Verdichtung des Protoplasmas bedingt."

Nach meinen Untersuchungen äussern bei den Amphibien die Tendenz zum Austreten nicht nur die ruhenden, sondern auch die differenzirten Kerne: die ersten treten nicht selten ganz aus dem Leibe des Körperchens heraus und legen sich gewöhnlich auf seine Oberfläche; die letzteren treten dagegen nie ganz heraus; man sieht gewöhnlich nur einen Teil des Kerns in Form einer compacten, glänzenden, auf der Oberfläche des Blutkörperchens hervorragenden Masse (Fig. 2), von welcher sich die nicht zusammengeflossenen Fäden nach dem Inneren des Körperchens ziehen. Diese letzteren sind immer so untereinander verwickelt, dass es meist unmöglich ist, das Stadium der Teilung zu bestimmen. Ob das Zusammenfließen der Fäden vor oder nach dem Austreten geschieht, kann ich nicht sagen, da es mir nicht gelang, den Process des Zusammenfließens selbst zu beobachten.

Fig. 2.

1) Arch. für mikr. Anat. Bd. XVII, Heft 1.
2) Centralbl. f. die med. Wiss. 1880, Nr. 24.

J. Gaule, Das Flimmerepithel der Aricia foetida.

Du Bois-Reymond's Archiv 1881, S. 153—160.

Bei Aricia foetida, einer tubicolen Annelide, hatte Claparède einen eigentümlichen Flimmerapparat in Gestalt gewaltiger, sowohl durch Länge, wie durch Dicke ausgezeichneter Cilien beschrieben, die wesentlich von allen übrigen abweichend gebaut waren und sogar eigene Strecker und Beuger besitzen sollten. Nach den Untersuchungen des Verf. ist Claparède's einzelne, dicke Cilie vielmehr ein Büschel von außerordentlich langen Cilienfäden, welche wegen ihrer engen Zusammenlagerung im Leben und während der Bewegung nicht einzeln zu erkennen sind. Das zu beiden Seiten der Kiemen gelegene Flimmerorgan zeigt sich auf dem Querschnitt halbkreisförmig. In ihm sind Zellen, deren Basis nach innen, deren abgestumpfte Spitze nach der Peripherie zu liegt, als Flimmerleiste angeordnet, die von einer dünnen Cuticula überzogen ist. Von der Basis der Zellen laufen Fäden aus (Wimperwurzeln, Engelm.), die entweder einzeln oder zu mehreren sich zu an der Spitze der Zellen gelegenen Stäbchen (Fußstücke, Engelm.) fortsetzen, von denen die Cilien entspringen. Das Flimmerepithel der Aricia würde danach von den bei andern Organismen beobachteten nur sehr wenig verschieden sein. — Ob die Wimperwurzeln bei dem Zustandekommen der Cilienbewegung beteiligt sind, hat Verf. nicht entscheiden können.

W. Schloesser (Erlangen).

Bardeleben, Ueber Begleitvenen. — Ueber die Gesetzmässigkeit in den Abständen der Venenklappen.

(Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. 1880. Bd. X. Supplementheft I. S. 35 und 42).

In Betreff des Verhaltens der Venen und ihrer Klappen lassen sich nach Bardeleben einige allgemeine Regeln aufstellen. Ursprünglich sind alle Arterien mit Ausnahme der Eingeweide-Arterien von je zwei Venen begleitet. Diese Begleitvenen der Arterien vergrössern sich secundär: entweder beide in mässiger Weise oder die eine auf excessive Art, während die andere teilweise eingehen kann (z. B. Ven. subclavia, carotis, jugularis interna), oder eine in mässiger Weise, während die andere klein bleibt, resp. fast ganz eingeht (z. B. Ven. intercostales, lumbales, vertebralis interna, cardiacae). Die Aa. carotides externa und interna besitzen bekanntlich Begleitvenen in der Ven. jugularis interna und facialis communis, und die A. carotis communis hat nach der Terminologie des Ref. (Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. II. 1879) die Ven. jugularis

communis zur Begleiterin. — Die Nerven werden ebenfalls von 1—2 Venen begleitet (Nn. cerebrales III—X, XII; cervicales, intercostales, Extremitätennerven) ebenso die Drüsenausführungsgänge (Ductus parotideus, choledochus, hepaticus, Ureter).

Die Venenklappen stehen in regelmässigen Abständen, welche einer Grundzahl entsprechen; die Abstände sind gewöhnlich ein Mehrfaches derselben. Die Grundzahlen sind 5,5 mm. für die obere und 7 mm. für die untere Extremität; sie verhalten sich wie die Längen der Extremitäten selber. Die Anzahl der Klappen und der Venenäste (s. unten) beträgt sowol für die obere wie für die untere Extremität etwas über 100, wobei Hand und Fuss nicht mitgerechnet sind. Sie sitzen distalwärts an jedem einmündenden Venenast, so dass also die Zahl der Aeste und ihre Abstände mit der Zahl der Klappenpaare resp. von Resten oder Spuren derselben und ihren Abständen correspondiren. Die Zahl der Klappen an jeder Einmündungsstelle beträgt stets zwei; die Angaben über nur eine Klappe will Bardeleben aus Beobachtungsfehlern erklären; mehrere Klappen, angeblich bis fünf, zeigen sich an Stellen, wo mehrere Venenäste nahe beisammen einmünden.

Um über alle diese Angaben ein definitives Urtheil fällen zu können, muss zunächst das Erscheinen der vom Verf. in Aussicht gestellten ausführlichen Mitteilung abgewartet werden. Jedenfalls ist der Versuch mit Anerkennung zu begrüßen, in die anfangs so verworren erscheinenden Verhältnisse des Venensystems Maß und Gesetz hinein zu bringen.

W. Krause (Göttingen).

G. Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie.

Zugleich als zweite Abteilung des zweiten Bandes von Hoffmann's Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Zweite Auflage.
Erlangen, Besold 1880.

Das vorliegende Werk, dessen zweite Lieferung im Anfange des vergangenen Winters die Presse verlassen hat, gehört zu den bedeutendsten Erscheinungen auf dem Gebiete der neueren anatomischen Literatur. Es bildet die Fortsetzung der durch den Tod des Verfassers unvollendet gebliebenen zweiten Auflage des Hoffmann'schen Lehrbuchs, dessen erste Auflage bekanntlich eine deutsche Bearbeitung von Quain's Elements of Anatomy darstellte.

Schwalbe hat in seinem Buche gezeigt, wie selbst der für die Darstellung schwierigste Stoff in der Hand eines erfahrenen anatomischen Lehrers eine leicht fassliche und verständliche Form gewinnen kann. Indem der Verf. in der Behandlung seines Gegenstandes viel-

fach von neuen Gesichtspunkten ausgeht, ferner die neueren Forschungen über die Entwicklungsgeschichte, die Morphologie und feineren Structurverhältnisse der nervösen Centralorgane eingehend berücksichtigt, sowie auch der wichtigsten physiologischen und pathologischen Fragen an geeigneter Stelle gedenkt, hat er seinem Werke ein durchaus eigenartiges Gepräge verliehen.

Auch die vorzügliche Ausstattung des Buches muss lobend hervorgehoben werden. Zur Illustration des Textes dient eine bedeutende Anzahl trefflicher Abbildungen, von denen die meisten neu hergestellt sind. Nur wenige Figuren sind aus der ersten Auflage der Hoffmann'schen Anatomie mit herüber genommen, und diese allein sind es, welche noch an letztere den Leser erinnern.

Die erste Lieferung des Werkes umfasst das Rückenmark, sowie die äusseren Formverhältnisse des Gehirns. Bei der Beschreibung des makroskopischen Aufbaus, sowie der Topographie des Gehirns bringt Schwalbe zum ersten Male eine Methode zur Anwendung, deren Wahl als eine äusserst glückliche bezeichnet werden muss. Der Verf. geht nämlich von den einfachen Formen aus, welche das Gehirnbläschen in der ersten Embryonalzeit besitzt, und macht in klarer und anschaulicher Weise ersichtlich, wie durch allmähliche Veränderungen aus demselben sich schliesslich das in seiner Gestaltung so complicirte ausgebildete Gehirn entwickelt.

Durch diese entwicklungsgeschichtliche Grundlage, auf welcher die Darstellung der makroskopischen Gehirnanatomie basirt, hat Schwalbe das Verständniss für dieses so schwierige Kapitel der menschlichen Anatomie ungemein erleichtert, und letzteres besonders für das Selbststudium in einer Weise zugänglich gemacht, wie sie bisher noch nicht geboten war.

Die zweite Lieferung des Lehrbuchs behandelt zuerst die feineren Structurverhältnisse des Gehirns, in Bezug auf welche nur bemerkt werden soll, dass das mit grosser Sorgfalt gesammelte, oft sehr umfangreiche Material in hohem Grade übersichtlich geordnet ist. Die kritische Beleuchtung, welche dasselbe erfährt, sowie dessen sonstige Behandlung lässt überall durchblicken, dass der Verf. sich auf durchaus eigene Untersuchungen stützt. Es folgen hierauf die Hüllen der Centralorgane, sowie die Gehirnnerven, während die Spinal- und sympathischen Nerven in der nächsten Lieferung des Gesammtwerkes ihren Platz finden sollen, die in Kürze erscheinen wird.

Schwalbe hat in dem Prospecte zu dem vorliegenden Lehrbuche die Hoffnung ausgesprochen, dass dasselbe sowol dem Studirenden als dem Arzte zu Gute kommen möge. Nach des Ref. Ansicht hat er mehr als dies erreicht; denn sein Buch setzt nicht nur den Studirenden in den Stand, sich in dem schwierigsten Teile der anatomischen Disciplin zurecht zu finden, und gibt dem Arzte die Mittel an die Hand, seine Kenntnisse auf diesem Gebiete zu erweitern, sondern auch der Anatom

von Fach wird, wenn er in dieser oder jener Frage Schwalbe's Neurologie zu Rate zieht, aus ihr sich Auskunft erholen können.

L. Gerlach (Erlangen).

W. v. Schröder, Ueber die Bildungsstätte der Harnsäure im Organismus.

Du Bois-Reymond's Archiv, Supplement-Band 1880, 113—146.

Der Chemiker vermag die Eiweisskörper in dieselben Endprodukte zu zerlegen, welche der tierische Organismus aus dem Eiweiss der Nahrung durch den Stoffwechsel erzeugt. Dieser wie jener bildet aus den Protëinstoffen z. B. Amidosäuren (Leucin und Tyrosin) und aromatische Substanzen (Phenole und aromatische Säuren). Es lässt sich dieses Resultat, vielleicht eines der wichtigsten, welche die Chemiker unter den Physiologen festgestellt haben, wol auch in den Worten zusammenfassen: der Physiologe kennt die analytischen Methoden, nach welchen im Organismus die Eiweissstoffe zerlegt werden.

Diesen analytischen Processen steht nun aber eine grosse Reihe chemischer Vorgänge gegenüber, die Synthesen des thierischen Organismus. Letztere sind in ihrem Mechanismus so gut wie unbekannt. Zwar kann auch der Chemiker wie der Tierkörper, Benzoesäure und Glycocoll zu Hippursäure, Phenol und Schwefelsäure zu Phenylschwefelsäure vereinigen, aber die Methoden, nach welchen dies geschieht, sind sicher für den Tierkörper und den Chemiker grundverschiedene.

Verf. hat nun versucht die Einsicht in den Mechanismus einer dieser Synthesen zu fördern, indem er untersuchte, an welchem Orte, in welchem Organe des Tierkörpers dieselbe zu Stande käme.

Es handelt sich um den Uebergang von Ammoniak in Harnsäure, welcher im Organismus des Vogels (Huhns) beobachtet wird.

Die schwierigen Versuche, in welchen die Nieren durch Exstirpation oder durch Unterbindung der Aorta und Vena cava oberhalb der Nieren ausgeschaltet waren, führten zu dem Ergebniss, dass beim Huhn die Niere nicht die Bildungsstätte der Harnsäure sein kann, da sich dieser Körper längere Zeit (8—10 Stunden) nach der Operation in Herz und Lunge der Tiere vorfand. Dasselbe gilt auch für die Schlange (Coluber natrix). — Wie steht es nun bei den übrigen Tieren? Von Wirbellosen scheint bisher nur Lampyris splendidula untersucht zu sein. Dieser Käfer enthält reichlich Harnsäure in allen Geweben. Bei Wirbeltieren wurde Harnsäure in der Leber und der Lunge beim Hund, Schwein, Pferd und Menschen gefunden. Unter pathologischen Verhältnissen findet sich bei der Gicht Harnsäure in grosser Menge in den Gelenken und deren Umgebung abgelagert; endlich ist

die Harnsäuremenge, welche bei Krankheiten der Nieren ausgeschieden wird, nur dann auffallend vermindert, wenn die Ernährung darniederliegt. Diese Erfahrungen sprechen nach Verf. dafür, dass auch bei den übrigen Tieren die Harnsäure nicht in den Nieren gebildet wird.

Th. Weyl (Erlangen).

N. Lunin, Ueber die Bedeutung der anorganischen Salze für die Ernährung des Tieres.

Zeitschrift für physiologische Chemie V. 13—39.

Die anorganischen Nahrungsstoffe werden schon in der höchsten Oxydationsluft dem Tierkörper einverleibt und verlassen denselben im Wesentlichen unverändert; sie können also nicht wie die organischen Nahrungsstoffe, welche im Körper gespalten und oxydirt werden, als Kraftquelle dienen und deshalb ist nicht ohne weiteres einzusehen, dass sie wie diese im erwachsenen Organismus einer steten Erneuerung bedürfen sollten. Können die Gewebe, falls ihnen nur organische Stoffe zugeführt werden, den einmal vorhandenen Vorrat an anorganischen Salzen zurückhalten und so ihre normale Zusammensetzung und ihre Lebensfähigkeit längere Zeit bewahren? Außer Magendie, Wundt, Falck, Klein und Verson, Weiske, Kemmerich hat neuerdings Forster (Zeitschrift für Biologie Bd. 9 p. 297) diese Frage bearbeitet und dieselbe in negativem Sinne beantwortet. Er fütterte Tauben und Hunde mit Gemischen von aschearmem Eiweiss, Stärke, Fett und Wasser und beobachtete, dass dieselben fortdauernd Salze in den Excreten abgaben und bald zu Grunde gingen. G. Bunge (Zeitschrift für Biologie Bd. 10, p. 130) machte darauf aufmerksam, dass die aus dem Schwefel des Eiweisses (im Mittel 1,5%) entstehende freie Schwefelsäure, welche bei normaler Ernährung durch die eingeführten basischen Salze gebunden wird, bei aschearmer Nahrung den Geweben des Organismus ihre basischen Bestandteile entziehen, und dadurch die Ursache für den Tod der Versuchstiere abgeben kann.

Um diese Anschauung experimentell zu prüfen, hat Lunin Versuche an Mäusen angestellt. Wurden die Tiere mit destillirtem Wasser, Rohrzucker und dem durch Fällung verdünnter Milch mit Essigsäure erhaltenen Coagulum (Gemenge von Casein und Fett, 0,05 bis 0,08 % Asche enthaltend) ernährt, so starben sie in 11—21 Tagen; erhielten sie dazu in Form von Natriumcarbonat auf je ein Aequivalent Schwefel im Casein der Nahrung je ein Aequivalent Natron, hinreichend zur Bildung des sauren Sulfates, so erfolgte der Tod erst nach 16—36 Tagen. Das Natron wirkte hier in der That

durch Sättigung der Schwefelsäure, denn wurde dieselbe Menge Natron in Form von Chlornatrium eingeführt, so starben die Thiere in 6—20 Tagen, also nicht später als ohne Ersatz von Aschenbestandteilen. Aehnliche Resultate wurden bei Anwendung der Kalisalze erhalten: mit der aequivalenten Menge Kaliumcarbonat Tod nach 16—35, mit Chlorkalium nach 7—13 Tagen. (Wurde das doppelte Gewicht der im ersten Versuche angewandten Salze eingegeben, so starben die Thiere mit Natriumcarbonat schon nach 11—21, mit Chlornatrium nach 6—15 Tagen; bei weiterer Steigerung der Salzdosen sank die Lebensdauer noch mehr, nach Lunin, weil das Natronsalz durch Massenwirkung die anderen Salze aus den Geweben verdrängte). Mithin konnte durch Zufuhr geeigneter Mengen von Alkalicarbonaten das Leben der Versuchstiere verlängert, aber nicht dauernd erhalten werden. Letzteres gelang auch nicht, als den obigen organischen Nahrungsmitteln ein künstliches Gemisch der gesammten Milchsalze (nach G. Bunge's Analysen) beigegeben wurde. Die Tiere lebten damit nur 20—31 Tage, während sie bei Ernährung mit eingedampfter Milch monatelang Leben und Gesundheit bewahrten. Es müssen demnach, so schließt Lunin, in der Mich außer Casein, Fett, Zucker und Salzen noch andere unentbehrliche Stoffe vorhanden sein, oder es darf die natürliche Verbindung zwischen den organischen und den anorganischen Nahrungsstoffen nicht gelöst werden, wenn dieselben das Leben dauernd unterhalten sollen.

E. Herter (Berlin).

Th. Ribot, Les Maladies de la Mémoire.

Paris, Germer Baillière 1881. 169 S. in 18°.

Mitgeteilt vom Herrn Verfasser.

Der Verf. will in diesem Buche eine möglichst umfassende und vollständige Monographie der Krankheiten des Gedächtnisses geben und den Versuch machen sie zu erklären.

Er betrachtet zunächst das Gedächtniss als biologische Erscheinung, d. h. als die Eigenschaft der lebenden Materie Eindrücke aufzubewahren und zu reproduciren. Das bewusste Gedächtniss ist für ihn nur ein besonderer Fall des Gedächtnisses im Allgemeinen, wenngleich der höchst entwickelte von allen. Nach Aufstellung und Begründung dieser Principien untersucht der Verf. 1) die allgemeinen Amnesien; 2) die partiellen Amnesien; 3) die allgemeinen und partiellen Hypermnesien. Jeder krankhafte Zustand wird an zahlreichen Beispielen erläutert.

Hiernach begründet der Verf. das von ihm so genannte Regressionsgesetz, d. h. die Ordnung, in welcher das Gedächtniss sich auflöst. Und zwar erstreckt sich diese Auflösung zuerst auf die jüng-

sten Vorfälle, dann auf die Vorstellungen, dann auf die Gefühle, endlich auf die Thätigkeiten. In einem besondern Falle, der Amnesie „der Zeichen", geht die Regression in ähnlicher Reihenfolge vor sich: Eigennamen, Hauptwörter, Thätigkeits- und Eigenschaftswörter, Interjectionen, Gesten. Kurz die Regression schreitet vom neueren zum älteren, vom zusammengesetzten zum einfachen, vom weniger organisirten zum besser organisirten. Dieses Gesetz wird dadurch bestätigt, dass das Gedächtniss in umgekehrter Ordnung, nämlich vom vergangenen zum gegenwärtigen, sich wieder rückbildet.

Am Schlusse zeigt der Verf. die innigen Beziehungen des Gedächtnisses zur Ernährung und Circulation.

S.

Dr. Martin Wilckens, Grundzüge der Naturgeschichte der Haustiere.

Dresden, G. Schoenfeld, 1880. XVI. 317 S.

Der Verf. stellt sich in diesem Buche die Aufgabe, „die zoologischen Merkmale und die durch den Einfluss des Klimas und der menschlichen Kultur bedingten Formen der Haustiere kurz und übersichtlich darzustellen, sowie die Ursachen der Rassenbildung zu erörtern." Wir können auf die durchgehends auf eigenen Beobachtungen beruhende genaue Beschreibung der verschiedenen Haustierrassen nicht näher eingehen, sondern müssen uns darauf beschränken einige Bemerkungen von allgemeinerem Interesse hervorzuheben.

Unter Haustier versteht der Verf. „die dem Menschen nützlichen und wirtschaftlich verwendbaren Tiere, die sich unter seinem Einflusse regelmäßig fortpflanzen und der künstlichen Züchtung unterworfen werden können." Gezähmte Tiere (Habicht, Falke), oder solche, welche in der Gefangenschaft zwar sich fortpflanzen, aber der Zuchtwahl des Menschen sich entziehen (Meerschweinchen), sind also keine Haustiere, während Maulbeerspinner, Biene und Cochenillelaus noch in den Rahmen dieser Definition fallen. Dadurch beschränkt sich die Zahl der Haustierarten auf 38. Von diesen stammen aus Europa 4, aus Asien 25, aus Afrika 3, aus Amerika 6 Arten; aus prähistorischer Zeit 18, aus dem historischen Altertum 5 aus der neueren und neuesten Zeit 15 Arten. — Theoretisch nicht ohne Bedeutung ist, dass mit Ausnahme des Kamels, des Zebu und des Maulbeerspinners, alle aus vorgeschichtlicher Zeit domesticirten Tiere Kosmopoliten geworden sind und am meisten variirt haben, während die in historischer Zeit gezüchteten sämmtlich an ihren Wohnort, bez. an bestimmte Gegenden gebunden sind. — In vergleichend psychologischer Beziehung würde es eine sehr dankenswerte und sicherlich auch lohnende Auf-

gabe sein, die Wege und Mittel festzustellen und genauer zu erforschen, durch die es dem Menschen möglich geworden ist, Tiere nicht nur zu zähmen, sondern auch zur Fortpflanzung zu veranlassen und so an sich zu ketten, dass sie ohne ihn kaum noch würden leben können. Es ist für diese Frage nach Ansicht des Ref. von besonderer Bedeutung, dass alle Haustiere, mit Ausnahme der Katze, in Herden und größtenteils unter einem von allen Gliedern der Herde anerkannten Führer leben. — Aber auch abgesehen von solchen speciellen Fragen, können wir dem Verf. nur zustimmen, dass „die wissenschaftliche Ausbeutung der Naturgeschichte der Haustiere den experimentellen Teil der gesammten Zoologie bildet", dessen Bedeutung für alle genetischen Fragen bei der langen Dauer dieser vom Menschen und von der Natur gleichzeitig angestellten Experimente, gar nicht überschätzt werden kann.

W. Schloesser (Erlangen).

Doenhoff, Ueber die mittlere Lebensdauer der Tiere.

Archiv für Physiologie 1881. S. 161.

Bei annähernd gleichbleibenden äussern Einflüssen (Feinde, allgemeine Existenzbedingungen u. s. w.), wird die Individuenzahl einer Art lange Zeit hindurch annähernd constant bleiben. Aus dieser Constanz der Individuenzahl folgert Verf.: „Im Durchschnitt sterben in einem Jahre so viel Individuen einer Art, als junge Brut im Jahre entsteht" und berechnet aus der Menge der von einem Paare jährlich erzeugten Brut die mittlere Lebensdauer der Art. Ein Schwalbenpärchen z. B. zieht jährlich 8—10 Junge, von denen 6—8 zu Grunde gehen. Stirbt die erste Schwalbe nach $1^1/_2$ Monat, die zweite nach 3, die letzte nach 12 Monaten, so haben die gestorbenen ein Alter von 54 Monaten, die übriggebliebenen ein Alter von 24 Monaten, die Tiere zusammen ein solches von 78 Monaten erreicht. Dies ergiebt für die Schwalbe ein Durchschnittsalter von $9^3/_4$ Monaten. — Der Löwe soll (Brehm) in Menagerien 70 Jahre alt werden; seine mittlere Lebensdauer dagegen berechnet sich auf 3 Jahre, so dass diese zu jener sich wie 1 : 23 verhalten würde. — Bei den Pflanzen lässt die mittlere Lebensdauer sich nicht berechnen, da man nicht weiß, wie viele Samen von einer Pflanze zum Keimen kommen.

W. Schloesser (Erlangen).

Prof. Dr. Frey (Zürich). Das Mikroskop und die mikroskopische Technik.

7. Auflage. 8. 458 S. 403 Figuren in Holzschnitt. Leipzig, Wilh. Engelmann.

Ein Werk, das in siebenter Auflage vorliegt, bedarf wol nicht mehr eines Zeugnisses für seine Brauchbarkeit. Auch ist der Name

des Herrn Verfassers bekannt genug, um gute Bürgschaft zu leisten. Wir wollen daher an dieser Stelle nur kurz auf die neue Auflage hinweisen. Was der Mikroskopiker zu wissen nötig hat, findet er hier in größter Vollständigkeit und mit Berücksichtigung aller neuesten Fortschritte: Beschreibung der Apparate und ihrer Handhabung, Vorschriften zur Bereitung der Reagentien, Tinctionsmethoden, Injectionsverfahren, Herstellung der Präparate; sodann specielle Angaben über die Untersuchung der einzelnen Gewebe. Ein ausführliches Register erleichtert die praktische Verwendung. Auch die im Anhang mitgeteilten Preisverzeichnisse der hervorragendsten Mikroskopverfertiger werden Vielen willkommen sein.

R.

Prof. Dr. Ludwig Teichmann. Kitt als Injectionsmasse und die Methode der Injection mit dieser Masse.

Abhandlungen und Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Akademie der Wissenschaften. Krakau 1880. Bd. VII. 108—158.

In vorliegender Abhandlung publicirt Professor Teichmann seine Erfahrungen über eine von ihm zu gröberen anatomischen Leicheninjectionen verwandte Masse, die im Wesentlichen aus Glaserkitt besteht. Sie zeichnet sich vor den üblichen Injectionsmassen (Wachs) dadurch aus, dass sie ohne jede weitere Vorbereitung in kaltem Zustande direct in die Leiche injicirt wird; höchstens befreit man vor der Einführung der Masse die größeren Gefäße durch Injection von Wasser von Blutgerinnseln. Während ferner alle erwärmten Massen, wie bei den bisherigen Methoden der Fall, möglichst schnell und ohne jede Unterbrechung injicirt werden müssen, kann die Kittmasse langsam und in längeren Absätzen eingeführt werden, und man behält auch noch ausreichend Zeit übrig, an durchschnittenen oder gerissenen Gefäßtheilen (wie z. B. bei Injection völlig abgetrennter Organe) Ligaturen selbst in größerer Zahl anzulegen. Die Injectionsmasse füllt die Gefäße prall an, bleibt biegsam und nachgiebig, solange das anatomische Object präparirt und in feuchtem Zustande erhalten wird; nach dem Trocknen wird sie dagegen steinhart und durch keine Temperaturschwankungen u. dgl. verändert. Solche getrocknete Präparate bedürfen auch keiner farbigen Bemalung der Gefäße, da unter einfachem Lacküberzuge die Färbung der Injectionsmasse intensiv zum Vorschein tritt. Die Masse ist endlich verwendbar für alle Arten von Kanälen, insbesondere auch für Lymphgefäße, sowie für niedere Organismen und für Präparate, die bereits in starker Zersetzung begriffen oder in Spiritus aufbewahrt sind. Endlich ist die Injectionsmasse sehr leicht herstellbar, kann auch in gut geschlossenen Ge-

fäßen für längere Zeit leicht aufbewahrt werden und ist mit geringen Kosten herzustellen.

Gepulverte und gesiebte Schlemmkreide wird mit dem Farbstoffe gemischt, mit gewöhnlichem Leinöl (welches acht bis zehn Stunden gekocht worden), im Mörser zu Kitt verarbeitet und dieser mittels Schwefelkohlenstoff oder Schwefeläther zu syrupöser Consistenz verdünnt. Am häufigsten injicirt Teichmann eine rothe Masse, in welcher auf 5 Gr. Schlemmkreide: 1 Gr. Zinnober, 0,9 bis 1,0 Cc. gekochtes Leinöl kommen, und die mit 0,75 Cc. Schwefelkohlenstoff verdünnt wird.[1]) Zu blauer Injectionsmasse verwendet er auf 15 Gr. Zinkweiss: 1 Gr. Ultramarin, 2 bis 2,5 Cc. gekochtes Leinöl, 1 Cc. Schwefelkohlenstoff oder Schwefeläther. Eine weisse Masse zur Injection von Lymphgefäßen besteht aus: Zinkweiss 20 Gr., Leinöl 3 Cc., Aether 2 Cc.; die beiden ersten Bestandteile werden nach der Mischung auf dem Dampfbade erwärmt, mit Aether verdünnt, durch einen Lappen geseiht und endlich durch Abdampfung auf verdünnte Honigconsistenz gebracht. Bei gelben und anders gefärbten Massen treten an die Stelle von Zinnober oder Ultramarin, Chromgelb oder andere Farbstoffe; im Uebrigen besteht die Masse aus Schlemmkreide, Zinkweiss, pulverisirtem Schwerspath mit Leinöl, Schwefelkohlenstoff oder Aether.

Zur Ausführung der Injection benutzt T. Spritzen, an denen der Stempelstiel mittelst Schraubengewindes vorwärts bewegt wird. Die Drehung des Stempels und Vorwärtsbewegung der Masse in der Spritze regelt man nach der Schnelligkeit, mit der die pralle Spannung der Wände an den injicirten Gefäßen sich ausgleicht. — Die Methode von Teichmann liefert nicht nur vortreffliche Objecte für die Secirübungen, da die Masse weich und nachgiebig bleibt und aus den angeschnittenen Gefäßen dennoch nicht ausfließt, sondern auch ausgezeichnete, unverwüstliche Präparate für die Sammlungen.

Hoyer (Warschau).

1) Bei Injection ganzer Leichen durch die Aorta führt Teichmann erst eine dünnere Masse ein, bestehend aus 500 Gr. Schlemmkreide, 100 Gr. Zinnober, 120 Cc. Leinöl und 150 Cc Schwefelkohlenstoff; darauf setzt er erst eine consistentere Masse aus 1000 Gr. Schlemmkreide, 200 Gr. Zinnober, 200 Cc. Leinöl und 100 Cc. Schwefelkohlenstoff zu.

Berichtigung.

In Nr. 1 dieses Blattes S. 6 Zeile 7 v. u. lies Liliastrum.
S. 7 Zeile 6 v. o. lies Rhingia.
S. 7 Zeile 18 v. o. lies Alsineen.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die „Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“ zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **16. Mai 1881.** **Nr. 3.**

Inhalt: **Pringsheim**, I Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion in der Pflanze. II. Untersuchungen über das Chlorophyll. — **Gruber**, Der Teilungsvorgang bei Euglypha alveolata. — **Bütschli**, Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. — **Flechsig**, Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Leitungsbahnen im Grosshirn des Menschen. — **Dansky** und **Kostenitsch**, Ueber die Entwicklungsgeschichte der Keimblätter und des Wolff'schen Ganges im Hühnerei. — **Rosenthal**, Altes und Neues über Atembewegungen. — **Weyl**, Das Chlorophyll. — **Landois**, Brütapparat mit elektromagnetischer Vorrichtung zur Regulirung eines constanten Temperaturgrades..

I. N. Pringsheim, Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunktion in der Pflanze.

(Jahrb. f. wiss. Bot. XII. Bd. 3. Heft S. 288—437, Taf. XI—XXVI. Auch separat erschienen Leipzig, Engelmann 1881.)

II. N. Pringsheim, Untersuchungen über das Chlorophyll.

V. Abt.: Zur Kritik der bisherigen Grundlagen der Assimilationstheorie der Pflanzen. (Monatsber. d. K. Akademie d. W. zu Berlin vom Febr. 1881. 21 S.).

Was der Verfasser während der letzten drei Jahre in den Monatsberichten der Berliner Akademie über die Chlorophyllfrage vorläufig mitgeteilt hat, das liegt nun, in umfassender Bearbeitung vereinigt, vor in der erstgenannten, von ebenso vorzüglichen als lehrreichen Abbildungen begleiteten Abhandlung. Die an zweiter Stelle erwähnte Mitteilung fasst die für die Lehre von der pflanzlichen Assimilation und Atmung wichtigsten Ergebnisse der erstgenannten zusammen und discutirt die dadurch angeregten hochinteressanten physiologischen Fragen. Diese Abhandlung glauben wir, von einigen unwesentlichen Kürzungen abgesehen, wörtlich wiedergeben zu sollen, eingeführt durch einen zu ihrem Verständniss nötigen kurzen Auszug speciell aus dem histologisch-mikrochemischen Inhalte der ersterwähnten Arbeit.

In dieser erfährt zunächst unsre histologische und mikrochemische Kenntniss des Chlorophyllkörpers maßgebende

Erweiterung und Verfeinerung. Bisher war wesentlich von einer homogenen protoplasmatischen Grundsubstanz dieser Gebilde die Rede, aus welcher man den Farbstoff mit bekannten Lösungsmitteln ausziehen, in welcher man ferner meist Amylumeinschlüsse nachweisen konnte. Durch eindringendes Studium der Erscheinungen, welche durch feuchte Wärme und durch verdünnte Säuren (insbesondere Salzsäure) hervorgerufen werden, gelangt P. erheblich weiter. Er stellt den Chlorophyllkörper dar als einen Hohlkörper mit netzartig durchbrochener Hülle, die Hohlräume erfüllt von Tropfen einer ölähnlichen Masse, die ihrerseits den Chlorophyllfarbstoff enthält. Erwärmung bewirkt den Austritt der farbstoffführenden Oeltropfen, die sich neben die entfärbte Grundmasse lagern. — Die feinporöse Struktur der öldurchtränkten Chlorophyllkörper passt vorzüglich zu deren Funktion als Organe für die Aufnahme von Gasen und speciell die Condensirung und Bindung des Sauerstoffs.

Fast alle darauf untersuchten Chlorophyllkörper höherer wie niederer Pflanzen zeigen auf Einwirkung verdünnter Salzsäure die Abscheidung von Hypochlorin, im ausgeprägtesten Falle in Form von rostbraunen, krystalloidischen Nadeln oder Stäbchen. Hypochlorin nennt Pringsheim einen von ihm entdeckten vorläufig nur mikrochemisch gekennzeichneten Körper, dessen mikrochemisches Verhalten seine Verwandtschaft mit den kohlenstoffreichen Gruppen der Harz- und Fettkörper dartut, während die besondere Art seines Vorkommens auf eine nahe genetische Beziehung zu den Amylumeinschlüssen der Chlorophyllkörper hinweist. Ueberall nämlich, wo die Einlagerung von Stärke im Chlorophyllkörper auf histologisch bestimmte Teile des letzteren, die sog. Amylumherde beschränkt ist, fällt die Stelle der Amylumbildung und der Hypochlorinausscheidung zusammen. Da aber die Hypochlorinreaction schon vor der Amylumbildung an fraglichen Orten hervorgerufen werden kann, so scheint das Hypochlorin dem Amylum im Chlorophyllkörper voranzugehen. Das Hypochlorin kann in gleichartigen Chlorophyllkörpern in wechselnder Menge vorkommen oder auch ganz fehlen, muss also bald erzeugt, bald verbraucht werden. Seine Präexistenz im unversehrten Chlorophyllkörper, vor der Säureeinwirkung, hält P. für sicher. Die Entstehung des Hypochlorins in der lebenden Pflanze ist im Wesentlichen an die gleichen Bedingungen geknüpft, wie diejenige des Chlorophyllfarbstoffs. Wärme von etwa 45—50° zerstört das Hypochlorin, ohne den Chlorophyllkörper sonst anzugreifen.

Um photochemische Wirkungen auf Pflanzenzellen, sowie die Erscheinungen des pflanzlichen Gaswechsels im weissen und farbigen Licht unmittelbar unterm Mikroskop zu studiren, hat P. eine ausführlich beschriebene Methode directer mikroskopischer Photochemie ersonnen. „Die Berechtigung dieser Methode, so fremdartig sie auf den ersten Blick gegenüber der gewöhnlichen Weise mikroskopischer Be-

obachtung erscheint, ergiebt sich aus ihren Resultaten und ist an sich klar, sobald man, wie es auch die Versuche nachweisen, voraussetzt, dass photochemisch empfindliche Substanzen im Zellinhalte vorhanden sind.“ Verlangt werden unmittelbar augenfällige Wirkungen der gewählten Versuchsbedingungen und dem entsprechend höhere Lichtintensitäten, als sie bisher bei den Versuchen über die Wirkung verschiedener Spectralfarben auf Wachstum und Gaswechsel allgemein zur Anwendung gelangt sind. Für alle technischen und methodischen Einzelnheiten sei auf das Original der ersten Abhandlung verwiesen; hinsichtlich der Ergebnisse dagegen auf den unten folgenden Abdruck der zweiten.

M. Reess.

Die gegenwärtige Lehre von der Bedeutung der grünen Farbe der Vegetation für das organische Leben auf unsrer Erde sieht bekanntlich in dem Chlorophyllfarbstoff den directen Träger der Kohlensäure-Zersetzung der Atmosphäre und stützt sich bei dieser Ansicht auf die übereinstimmenden Erfahrungen über den Gaswechsel grüner Gewebe im Lichte. Auch nach meiner Vorstellung hat allerdings die grüne Farbe zweifellos eine maßgebende Bedeutung für die Organisation und Ansammlung des Kohlenstoffs im Gewächsreiche, allein ihr Nutzen liegt in einer physikalischen Beziehung des Farbstoffs zur Sauerstoffwirkung der Atmosphäre auf die Pflanze, während er nach der bisherigen Vorstellung in einer chemischen Beziehung zur Kohlensäure-Aufnahme gesucht wird.

Wir wollen deshalb die Grundlagen der gegenwärtigen Assimilationslehre vom Standpunkte meiner Theorie der Chlorophyllfunktion näher beleuchten.

A. Die Funktion der Chlorophyllkörper.

Der leitende Gesichtspunkt für die richtige Auffassung der Erscheinungen, die in erster Linie bei der vegetabilischen Stoffbildung aus den Bestandteilen der Atmosphäre in Frage kommen, ergibt sich aus dem Verhalten der Chlorophyllkörper unter verschiedenen Bedingungen im intensiven Lichte. Er liegt in der Erkenntniss, dass die Chlorophyllkörper im Gaswechsel der grünen Gewebe eine doppelte Function zu erfüllen haben.

Schon nach der Erweiterung, welche unsre anatomischen Kenntnisse über den Bau und die Zusammensetzung der Chlorophyllkörper erfahren haben, lassen sich diese nicht mehr wie bisher als bloße Reduktionsapparate betrachten. Sie vermitteln vielmehr in den grünen Geweben, wie ihr Verhalten zum Sauerstoff im Lichte nachweist, die Gasaufnahme überhaupt und eignen sich nicht nur die Kohlensäure, sondern auch den Sauerstoff der Luft an. Sie sind daher nicht bloß

Kohlensäure-Zerleger in der Pflanze, sondern auch Sauerstoff-Condensatoren und dienen so gleichzeitig der Atmung und Assimilation.

B. Die Funktion des grünen Farbstoffs.

Meine Versuche im intensiven Licht haben den Nachweis geliefert, dass das Licht bei Gegenwart von Sauerstoff einen oxydirenden Einfluss auf bestimmte Bestandteile des Zelleninhalts ausübt und dass diese chemische Wirkung des Lichts nicht nur von seiner Intensität sondern auch von seiner Farbe abhängt. Wie bei anderen chemischen Lichtwirkungen auch, nimmt hierbei die Intensität der Wirkung nach dem brechbareren Ende des Spektrums zu. Die stärker brechbare Hälfte des Spektrums, welche aber bekanntlich vom Chlorophyllfarbstoff absorbirt wird, ist daher auch bei dieser Lichtwirkung auf die Pflanze wirksamer, als die schwächer brechbare.

Es hat sich ferner bei meinen Versuchen ergeben, dass grüne Gewebe und Zellen diese oxydirende Wirkung des Lichts in höherem Grade erleiden, als nicht grüne. Die Ursache dieser größeren Empfindlichkeit grüner Gewebe liegt aber nicht in ihrer Farbe, sondern in dem Vorhandensein leicht oxydirbarer Assimilationsprodukte im Inhalte der Chlorophyllkörper, deren Existenz man bisher übersehen hat; und die Zerstörungen, welche die verstärkte Sauerstoffaufnahme im intensiven Licht hervorruft, werden nicht durch die Lichtabsorptionen im Chlorophyllfarbstoff verursacht, sondern kommen durch die Absorptionen derjenigen leuchtenden Strahlen zu Stande, welche von dem sogenannten farblosen Zellinhalte, den geformten Bestandteilen des Zellinhalts und dem Protoplasma verschluckt werden. Denn die Lichtwirkungen in der grünen Zelle sind, wie es Versuche zeigen, die an solchen Stellen der Zelle ausgeführt werden, die kein Chlorophyll besitzen, vom Chlorophyllfarbstoff unabhängige Lichteffekte und der Farbstoff steigert auch dort, wo er vorhanden ist, die Wirkung nicht, sondern setzt dieselbe vielmehr herab, indem er den für die Hervorrufung der Erscheinung wirksamsten Theil des Spektrums absorbirt.

Die unmittelbar nützliche Wirkung der grünen Farbe für die Pflanze liegt daher nach meinen Versuchen darin, dass sie die Atmungsgröße im Lichte herabsetzt. Ihre eigentliche Bedeutung für die Assimilation ergibt sich dann aus folgender Betrachtung.

In den assimilirenden Geweben der Pflanze würde infolge der Beschaffenheit der Chlorophyllkörper, wie es die Versuche im intensiven Lichte zeigen, die Sauerstoffaufnahme im Tageslichte und somit die Verbrennung der kohlenstoffhaltigen Produkte der Pflanze mit steigender Helligkeit fortwährend zunehmen, während schon ältere Beobachtungen darauf hinweisen, dass die Assimilation im Lichte mit beginnender Helligkeit zwar rasch ansteigt, aber schon bei mittleren Tageshelligkeiten nahezu ihr Maximum erreicht. Es würde daher die

Atmung im Tageslichte bei allen Helligkeiten die Assimilation übertreffen, und die Ansammlung kohlenstoffhaltiger Bestandteile im Pflanzenkörper wäre unmöglich. Durch den Farbstoff wird die Atmungsgröße verringert und unter die Assimilationsgröße herabgedrückt und hierdurch das Verhältniss der beiden in gewissem Sinne antagonistischen Funktionen der Chlorophyllkörper zu Gunsten der Kohlenstoffansammlung geändert.

C. Die Atmung der Gewebe im Licht.

Vergleichen wir nun diese Ergebnisse meiner Untersuchung mit den Resultaten der Versuche über den Gaswechsel der Pflanzen, so könnte bezüglich der Atmung zunächst schon auffallen, dass in den bisherigen analytischen Versuchen eine Steigerung derselben im Tageslichte kaum bemerkbar geworden ist, während sie doch bei meinen direkten photochemischen Versuchen sich in so entschiedener Weise durch die Zerstörungen im Zellinhalte ausspricht. Dies ist jedoch zum Teil schon aus den verschiedenen Lichtintensitäten erklärlich, die hier und dort wirksam werden, und folgt ferner aus den Nebenumständen der Versuche. Man muss hierbei grüne und nicht grüne Organe unterscheiden. Die Versuche über Atmung sind meist mit nicht grünen Organen angestellt. In diesen fehlen aber die Chlorophyllkörper, also gerade diejenigen Organe, welche den Sauerstoff im Lichte am begierigsten absorbiren, und dies ist ja, wie ich gezeigt habe, der Grund, warum grüne Gewebe im Lichte empfindlicher sind, als nicht grüne.

Man kann deshalb bei nicht grünen Organen und demzufolge auch bei phanerogamischen Schmarotzern, sofern sie keine Chlorophyllkörper besitzen, und bei Pilzen von vornherein schon eine bedeutendere Vermehrung der Kohlensäureabgabe im Lichte auch nicht erwarten. Es ist daher leicht erklärlich, dass die gefundenen Differenzen unter diesen Umständen bei nicht grünen Organen nur geringe waren. Solche sind aber schon in mehreren Fällen bei keimenden Samen und bei Schmarotzern wahrgenommen worden, und diese Fälle sind daher um so entscheidender, als sie Objecte betreffen, die für den Nachweis der Erscheinung ungünstig sind. Auch zweifle ich nicht, dass diese Beobachtungen sich jetzt mehren werden, nachdem die Thatsache selbst durch die direkten Versuche unter dem Mikroskope sicher gestellt und ihre Beziehung zu der Beschaffenheit des Inhaltes aufgeklärt ist.

Bei den Versuchen mit grünen Organen im Lichte wird wieder die Atmung durch die Wirkung des Farbstoffs abgeschwächt und durch die Assimilation verdeckt. Ihre Steigerung kann daher nicht direkt bemerkbar werden. Berücksichtigt man aber, dass die Gasabgabe grüner Gewebe im Lichte nur die Differenz zwischen Atmung und Assimilation ausdrückt, so lässt sich nicht verkennen, dass in ge-

wissen Assimilationsversuchen in direktem Sonnenlicht der vermehrte Sauerstoffbedarf schon entschieden zum Ausdruck gelangt ist, auffallender Weise aber, ohne seinem Werte nach erkannt worden zu sein.

Man hat nämlich schon mehrfach gefunden, dass die Sauerstoffabgabe grüner Gewächse im direkten Sonnenlicht im Verhältniss zu ihrer Größe im hellen diffusen Tageslicht nicht nur keine Steigerung, sondern sogar eine Verminderung erfährt. Diese Thatsache ist nach der gegenwärtigen Assimilationslehre mindestens auffällig. Sie ist ihrer Ursache nach verkannt worden, weil man die Atmung der Gewebe außer Betracht ließ. Man wollte sie erklären, indem man annahm, dass die Kohlensäure-Zersetzung schon bei der erhöhten Lichtintensität im ungeschwächten, direkten Sonnenlicht kleiner werde, als sie im hellen diffusen Tageslicht ist; allein die Erscheinung spricht, wenn man die Atmung berücksichtigt, offenbar nur für die unter diesen Umständen verringerte Differenz zwischen Assimilation und Atmung, die ebenso gut eine Folge des relativ vergrösserten Sauerstoffbedarfs, als der verringerten Kohlensäure-Zersetzung im direkten Sonnenlicht sein kann.

Die Steigerung des Sauerstoffbedarfs ist aber anderweitig erwiesen; die Verringerung der Kohlensäure-Zersetzung bei steigender Lichtintensität ist mindestens unwahrscheinlich. Die Versuche über den Gaswechsel bei der Atmung stehen daher keineswegs im Widerspruche mit meinen directen Beobachtungen der Lichtwirkung, und die Assimilationsversuche im directen Sonnenlichte können sogar schon als Bestätigungen derselben gelten.

D. Die Assimilation der grünen Gewebe.

Ich wende mich nun zu dem eigentlichen Reduktionsvorgange der Kohlensäure in der Pflanze und zu der Beziehung zwischen Farbe und Assimilation, welche man aus dem Gaswechsel grüner Gewebe erschlossen hat.

1) Ist die grüne Farbe Bedingung der Kohlensäure-Zerlegung?

Die Annahme, dass die Farbe die unerlässliche Bedingung der Kohlensäure-Zersetzung in der Pflanze ist, bildet gegenwärtig bekanntlich den Ausgangspunkt der Theorie der Assimilation. Prüfen wir sie genauer, so zeigt sich zunächst, dass die bestimmte Art und Weise in welcher der Farbstoff hier wirksam sein soll, eine noch unerledigte Frage ist.

Die nächstliegende Vorstellung, die neuerdings wieder mehr in den Vordergrund getreten ist, bildet hier die chemische Hypothese. Sie ist die einzige, welche Beachtung verdient, weil sie die einzige ist, die den Vorgang wenigstens in einer concreten, der experimentellen Lösung zugänglichen Form ausspricht. Sie geht davon aus,

dass der Chlorophyllfarbstoff mit seiner Substanz in die Zerlegung der Kohlensäure hineingezogen wird und unter Aneignung ihres Kohlenstoffs in die kohlenstoffreichen Bildungsprodukte der Pflanze übergeht.

Nach dieser Hypothese müsste demnach der Farbstoff bei der Bildung der kohlenstoffhaltigen näheren Bestandteile der Pflanze einer fortwährenden Zerstörung in den lebenden Geweben und bei gewöhnlichem Tageslichte unterliegen. Der Zerstörung müsste selbstverständlich seine Regeneration folgen oder zur Seite gehen. Man hat auch versucht, einige noch ungenügend gekannte Vorgänge beim Ergrünen der Gewächse, die aber sehr verschiedenartiger Deutung fähig sind, zu Gunsten dieser Hypothese heranzuziehen.

An sich schon ist aber die Zerstörung des Farbstoffs bei niedrigen Lichtintensitäten äußerst unwahrscheinlich. Meine direkten Versuche sie nachzuweisen haben stets negative Resultate ergeben. Ich habe Pflanzen, die gegen Licht sehr empfindlich sind, z. B. Conserven, Spirogyren, zarte Blätter von Moosen und Wasserphanerogamen u. s. w., auf einer flachen Scheibe in ein wenig Wasser ausgebreitet mehrere Tage lang im Hochsommer so liegen lassen, dass die einzelnen Objecte von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang 16 Stunden hindurch an wolkenfreien Tagen ohne jeden Schutz ununterbrochen von den directen Sonnenstrahlen getroffen und beschienen wurden. Sie erhielten sich nicht nur unverändert frisch und normal, sondern auch unverändert grün, sofern nur durch eine rasche und genügende Abkühlung dafür gesorgt wurde, dass die Scheibe, auf welcher die Objecte lagen, und das Wasser, welches sie umgab, sich nicht bis zu einer für die Pflanze schädlichen Temperatur erwärmen konnten. Nur wenn die Temperatur zu hoch wird, erbleichen unter diesen Umständen die Pflanzen und gehen zu Grunde.

Ich schließe hieraus, dass die höchsten Lichtintensitäten, welchen die Pflanze in unsern Breiten ausgesetzt ist, zu einer Zerstörung des Farbstoffs nicht genügen, und dass dieser daher unter den gewöhnlichen Verhältnissen einen völlig ausreichenden Schutz für die Assimilationsprodukte bildet. Es existirt in der Tat auch kein einziger vorwurfsfreier Versuch, welcher in unzweideutiger Weise die Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffs in der lebenden Zelle bei niedrigen Lichtintensitäten und unter Erhaltung des Lebens der Zelle, worauf ja Alles ankommt, auch nur wahrscheinlich machen könnte. Allein auch abgesehen von dem fehlenden Nachweise, die Vorstellung, dass das Chlorophyll in der Pflanze durch die aufgenommene Kohlensäure und beim Akte ihrer Zerlegung in der Pflanze zerstört wird, konnte überhaupt nur so lange festgehalten werden, als die Bedingungen noch unbekannt waren, unter welchen derselbe in der lebenden Zelle wirklich im Lichte zerstört wird. Diese Bedingungen lassen sich aber jetzt feststellen, denn man hat es bei den Versuchen im intensiven Lichte, wie ich gezeigt habe, völlig in seiner

Hand, den Farbstoff in der Zelle und unter Erhaltung ihres Lebens nach Willkür zu zerstören oder seine Zerstörung zu verhindern, je nach den Umständen, unter denen man den Versuch anstellt.

Die experimentelle Prüfung zeigt auf diesem Wege die Unhaltbarkeit der ganzen Hypothese.

Denn die Versuche weisen nach:

1) Dass die Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffs auch in der lebenden Zelle ein Oxydationsvorgang ist, der unabhängig vom Vorhandensein der Kohlensäure und von ihrer Spannung im Versuchsraume erfolgt.

2) Dass seine Zerstörung im Lichte nicht stattfindet in einem procentischen Gemenge von Kohlensäure und Wasserstoff, in welchem Assimilation und Kohlensäure-Zersetzung möglich ist.

3) Dass endlich die Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffs in der lebenden Pflanzenzelle ein pathologischer Vorgang ist und dass der zerstörte Farbstoff nicht regenerirt wird.

Offenbar widerlegen diese Tatsachen die Theorien der Assimilation, die von einer Zerstörung des Farbstoffs im Reductionsvorgange ausgehen. Muss man aber die chemische Theorie der Beteiligung des Farbstoffs an der Reduktion der Kohlensäure aufgeben, so steht man in Bezug auf die bestimmte Rolle, die er bei dem Vorgange noch spielen könnte, vor einem unentwirrbaren Rätsel. Denn auch für jede andere etwa noch denkbare oder mögliche Hypothese seiner direkten Beteiligung am Assimilationsvorgange fehlt es an jeder tatsächlichen Grundlage, da alle Bemühungen den Anteil des Farbstoffs an dem Vorgange nachzuweisen oder auch nur in Zusammenhang mit irgend einer seiner Qualitäten zu setzen, bisher völlig gescheitert sind. Ich erinnere nur daran, dass die Maxima der Assimilation im Spektrum nicht zusammenfallen mit den Maximis der Absorption im Chlorophyllspektrum, dass künstliche Chlorophyllösungen keine Kohlensäure zerlegen, und dass endlich auch die grüne Farbe der funktionirenden Blätter dasselbe Chlorophyllspektrum zeigt, wie die der nicht funktionirenden.

Allerdings hat man nirgends noch Kohlensäure-Zersetzung an nicht grünen Organen wahrgenommen, allein diese Tatsache genügt an sich keineswegs, um die Abhängigkeit der Zersetzung vom Farbstoffe zu begründen. Die Ursache der Erscheinung kann ebenso gut in dem Gerüste und in den übrigen Bestandteilen der Chlorophyllkörper als in ihrer Farbe liegen. Die positiven Nachweise für die Wirkung der Farbe sind, wie ich eben mitgeteilt habe, sämmtlich misslungen. Vor einer strengen Prüfung bestehen aber auch die Gründe nicht, die man für dieselbe indirekter Weise aus den Erfahrungen über den Gaswechsel grüner Organe im Lichte hergenommen hat.

Die Tatsachen, auf die man sich hier berief, sind folgende:

Man hat allgemein und ohne Ausnahme gefunden, dass nur grüne

Organe im hellen Tageslichte Sauerstoff entwickeln, nicht grüne aber nicht. Hieraus schließt man, dass es der Farbstoff ist, der die Kohlensäure zersetzt und dass das im Farbstoff vorhandene Licht die Kraftquelle für die Zersetzung der Kohlensäure liefert.

Ferner hat man gefunden, dass assimilationsfähige aber noch farblose oder etiolirte Organe, wenn sie ans Licht gebracht werden, erst ergrünen und dann Sauerstoff entwickeln, d. h. dass sie erst Sauerstoff entwickeln, nachdem sie grün geworden sind. Hierin sah man eine weitere Bestätigung der Ansicht, dass der Farbstoff zur Zersetzung der Kohlensäure nöthig sei.

Endlich hat man noch gefunden: Wenn grüne Theile bei allmählich wachsender Helligkeit ans Licht gebracht oder verschiedenen Graden der Helligkeit ausgesetzt werden, so findet die Sauerstoffabgabe der Organe erst bei höheren Lichtintensitäten statt. Hieraus schloss man, dass selbst die grünen Organe erst bei höheren Lichtintensitäten die Kohlensäure zu zersetzen vermögen, bei niedrigeren noch nicht.

Allein diese Schlüsse, die bisher unangefochten als richtig galten, wären doch nur zulässig, wenn die Gewebe ohne zu atmen assimiliren würden. Giebt man aber, wie es meine directen Versuche verlangen, zu, dass die Atmung der grünen Gewebe im Lichte sogar eine Steigerung erfährt, und dass, wie bereits hervorgehoben, die Gasabgabe derselben nur die Differenz zwischen Atmung und Assimilation ausdrückt, so kann man keineswegs, wie dies bei allen diesen Folgerungen ohne Weiteres geschehen ist, Sauerstoffabgabe und Kohlensäurezersetzung als gleichbedeutend betrachten. Kohlensäurezersetzung kann auch ohne Sauerstoffabgabe geschehen, denn die letztere wird erst bemerkbar, wenn die Assimilation größer wird, als die Atmung.

Die Tatsache, dass nur grüne Teile im Lichte Sauerstoff abgeben, verlangt daher, wenn man die Atmungsgröße der grünen Gewebe und ihre Aenderung im Lichte berücksichtigt, durchaus nicht den Schluss, dass die grüne Farbe der Träger der Assimilation ist, sondern nur den, dass in den grünen Teilen, wie es meiner Theorie der Chlorophyllfunktion entspricht, die Atmung kleiner ist, als die Assimilation. Ebenso können, wie man schließen darf, etiolirte Organe erst Sauerstoff abgeben, nachdem sie grün geworden sind, weil erst dann die Assimilation die Atmung überwiegt. Und wenn grüne Gewebe bei niederen Lichtintensitäten nicht Sauerstoff abgeben, so geschieht dies unbedingt nicht deshalb, weil sie, wie man behauptet, bei niederen Lichtintensitäten keine Kohlensäure zerlegen, sondern weil erst bei höheren Lichtintensitäten die Entbindung von Sauerstoff in ihnen grösser wird, als ihr Sauerstoffbedarf.

Die Folgerungen aus dem Gaswechsel, die, soweit sie die Wirkung der Farbe betreffen, schon als gesicherte Lehrsätze der vege-

tabilischen Stoffbildungslehre galten, bedürfen daher augenscheinlich einer wesentlichen Korrektur.

Frägt man weiter nach der Kraftquelle für die Assimilation, so lehren wieder meine directen Beobachtungen im intensiven Licht, dass die Lichtwirkungen in der Pflanze ausserhalb des Farbstoffs zu suchen sind und durch die unzweifelhaften Absorptionen verursacht werden, die im Zellinhalte, in dem Gerüste der Chlorophyllkörper und im Protoplasma erfolgen. Denn auch in den sogenannten farblosen Bestandtheilen des Zellinhalts findet eine beträchtliche — und wie es scheint, mit alleiniger Ausnahme des äussersten Roth, ziemlich gleichmässige — Absorption der leuchtenden Strahlen im Spektrum statt.

Von welcher Seite man daher auch die Frage betrachten will, sofern man nur die Steigerung der Atmung im Lichte zugiebt, dann erscheint die Hypothese einer Beteiligung des Farbstoffs an der Kohlensäurezersetzung nicht mehr geboten. Die Tatsachen aber, welche sie zu fordern schienen, finden durch die Theorie der Chlorophyllfunction, die ich vertrete, eine ausreichende und befriedigende Erklärung, während bei ihrer bisherigen Beurteilung offenbar Momente übersehen wurden, welche doch für ihr Zustandekommen unentbehrlich sind und das Resultat wesentlich beeinflussen.

2) Existirt ein Optimum der Lichtintensität für Kohlensäurezersetzung?

Derselbe Fehler macht sich ferner auch noch bei einigen anderen Fragen im Gebiete der Assimilationslehre geltend.

So hat man in neuerer Zeit die Frage aufgeworfen, ob es ein Optimum der Lichtintensität für die Kohlensäure-Zersetzung giebt, und man hat geglaubt, diese Frage durch die bloße Bestimmung der Sauerstoffabgabe bei verschiedenen Helligkeitsgraden entscheiden zu können. Allein so lange Atmung und Assimilation im Versuche nicht getrennt werden, kann eben die Grösse der Sauerstoffabgabe allein nichts Sicheres über das Anwachsen oder Sinken der Assimilation bei veränderlicher Lichtintensität aussagen. Die Größe der Sauerstoffabgabe kann auch in diesem Falle höchstens als das approximative Mass des Verhältnisses beider Funktionen in den verschiedenen Helligkeiten gelten, da beide in verschiedener Weise von der Intensität des Lichts beeinflusst werden.

Die beobachtete Verringerung der Sauerstoffabgabe im direkten Sonnenlicht lässt sich, wie bereits oben angeführt, auf vermehrte Sauerstoffaufnahme zurückführen. Es erscheint daher äußerst zweifelhaft, ob es schon innerhalb der Intensitäten des Tageslichts ein Optimum für Kohlensäure-Zersetzung giebt. Jedenfalls ist es an sich einleuchtend, dass es schon wegen des verschiedenen Gehalts der Pflanzen an Chlorophyll überhaupt gar kein bestimmtes, für alle

Pflanzen gleich und allgemein gültiges Lichtoptimum der Assimilation geben kann.

3) Ueber die relative Energie der Farben im Reduktionsprocesse.

Eine zweite Frage im Gebiete der Assimilationslehre, die eine besonders sorgsame Behandlung erfahren und ein vorwiegendes Interesse erregt hat, die Frage nach der relativen Energie der Farben im Reduktionsprocesse, kann gleichfalls nicht, wie bisher ausschließlich geschah, durch die bloße Bestimmung der Größe der Gasabgabe in verschiedenen Farben erledigt werden.

Zu den störenden Complicationen, welche die gleichzeitige Atmung verursacht, tritt hier im Versuche noch die übersehene Wirkung des Farbstoffs im Sinne meiner Schirmtheorie des Chlorophylls hinzu.

Aeltere und neuere Experimentatoren haben mit verschiedenen Methoden, die allerdings nicht völlig vorwurfsfrei sind, sowol im objektiven Spektrum als hinter farbigen Schirmen wiederholt und im Ganzen übereinstimmend gefunden, dass die größte Energie in der Sauerstoffexhalation der grünen Gewebe den Strahlen mittlerer Brechung im Spektrum zukommt. Nur über die Stelle, wo das Maximum liegt, ob etwas weiter nach Rot, ob etwas weiter im Gelb, gingen die Angaben auseinander. Ganz allgemein aber und in voller Uebereinstimmung fand man bei allen Versuchen, dass die Sauerstoffexhalation im blauen Lichte nur gering sei, dass sie hier verhältnissmäßig am kleinsten werde oder ganz aufhöre. Jedenfalls kann darüber kein Zweifel sein, dass die Maximalwirkung im Spektrum nicht mit den Absorptionsbändern des Chlorophyllfarbstoffs zusammenfällt, sondern in den Regionen liegt, welche den Stellen zwischen den Absorptionsbändern im Chlorophyllspektrum entsprechen.

Diese Tatsachen haben zu vielfachen Controversen geführt, von denen ich hier nur einige berühren will.

Die Angaben stießen zunächst auf theoretisch-physikalischen Widerspruch. Man meinte, die Hauptwirkung müsse in den Absorptionsstreifen des Farbstoffs liegen, und zwar im Streifen im Rot, weil die blauen Absorptionen wegen ihrer geringen mechanischen Intensität nicht wirken könnten. Man suchte deshalb die Tatsachen zu corrigiren, allein da diese sich nicht fügen wollten und die theoretischen Voraussetzungen mit den Erfahrungen in einem unvereinbaren Widerspruche blieben, so lag es doch eigentlich näher zu untersuchen, ob denn, wovon man freilich ganz allgemein ausging, der Farbstoff der Sitz der Wirkung sei. Die Physiologen, welche sich dagegen streng an die Erfahrung hielten und gleichwohl die Absorptionen im Farbstoff für die Ursache der Zersetzung ansahen, schlossen wieder aus diesen Versuchen, dass gelbe und grüne Strahlen die Kohlensäure-Zersetzung kräftiger anregen, als blaue und rote.

Dies schien allerdings der unmittelbare Ausdruck der Erscheinung. Allein dann blieb die Aufgabe bestehen, die physiologische Funktion der so auffallenden Absorptionsstreifen des Farbstoffs für die Pflanze zu erklären. Was konnte es in der That für einen Sinn haben, die Lichtwirkung in den Farbstoff zu verlegen, wenn dessen Lichtabsorptionen nicht nachweisbar wirksam sind und derselbe chemisch beim Akte der Kohlensäure-Zersetzung nicht beteiligt ist?

Anderseits aber ließ sich doch unmöglich verkennen, dass die grüne Farbe der Gewächse eine allgemeine und eminente nützliche Bedeutung für die Vegetation haben müsse.

Alle diese Schwierigkeiten heben sich, und die Tatsachen werden in der einfachsten Weise verständlich, wenn man die Wirkung des Farbstoffs in meinem Sinne in Rechnung zieht. Denn unter diesem Gesichtspunkte gestatten dann die Versuche in der Weise, wie sie bisher ausgeführt wurden, überhaupt noch keinen unmittelbaren Schluss auf die relative Wirksamkeit der Farben im Reduktionsprocesse. Man musste in den Versuchen mit grünen Geweben grüne und gelbe Strahlen natürlich wirksamer finden, als blaue, weil die letzteren vom Chlorophyllfarbstoff fast vollständig verschluckt, nicht zur vollen Wirksamkeit gelangten. Es ist gerade so, als ob ein Photograph die Wirkung verschiedenfarbigen Lichts auf seine empfindliche Platte in einem Apparate prüfen wollte, in welchem hinter der Linse sich ein grüner Glasschirm befände. Er würde gleichfalls finden, dass Silbersalze gegen blaues Licht weniger empfindlich sind, als gegen gemischtes grünes und gelbes.

Trotz der Richtigkeit der analytischen Resultate in den Versuchen mit farbigem Licht von Daubeny und Draper an bis auf Sachs und Pfeffer halte ich daher die Abhängigkeit der Kohlensäure-Zersetzung der Pflanze von der Wellenlänge des Lichts noch für unbekannt. Die Frage kann kaum anders entschieden werden, als in der Weise, wie in meinen direkten Versuchen bei Anwendung von sehr intensivem Licht und unter Berücksichtigung der Wirkung der Farbe auf die Atmung. Dann aber darf man wiederum auch hier nicht vergessen, dass das Maximum der Wirkung im Spektrum auch für die Assimilation für verschiedene Pflanzen und Helligkeiten nicht an derselben Stelle liegen kann. Es muss abhängig sein von der Tiefe der Farbe der Pflanze und von der Gesammtintensität der Bestrahlung im Versuche, und hieraus erklären sich in ausreichender Weise die abweichenden Resultate, welche verschiedene Experimentatoren über die Lage des Maximums und den speciellen Verlauf der Assimilationscurve erhalten haben.

4) Die Constanz des Gasvolumens bei Assimilationsversuchen und das primäre Reduktionsprodukt.

An diese Betrachtungen schließe ich endlich noch einige Be-

merkungen an über das Grössenverhältniss zwischen der von grünen Geweben im Tageslicht aufgenommenen Kohlensäure und dem von ihnen ausgeatmeten Sauerstoff.

Es ist bekannt, dass man aus der nahen Uebereinstimmung der Volumina dieser beiden Gasarten den Schluss gezogen hat, dass das primäre kohlenstoffhaltige Assimilationsprodukt, welches von den Pflanzen im Lichte und bei der Zersetzung der Kohlensäure gebildet wird, ein Kohlenhydrat sein müsse. Wenn in der Tat, worauf alle Erfahrungen hinweisen, die stickstoffhaltigen Bestandteile der Zelle beim Assimilationsvorgange des Kohlenstoffs unbeteiligt sind, so lässt das gasometrische Endresultat der Assimilationsversuche allerdings einen Rückschluss auf das entstandene Produkt zu. Da nun so viel Sauerstoff frei wird, als in der aufgenommenen Kohlensäure enthalten war, so schloss man bekanntlich, dass der zurückgehaltene Kohlenstoff mit dem aufgenommenen Wasser zusammentritt und die Bildung von Kohlenhydraten in der Pflanze unter der Wirkung des Lichts erschien als das notwendige Postulat der Vorgänge im Gaswechsel.

Eine willkommene Bestätigung dieser Auffassung, ja noch mehr einen Beweis für die Richtigkeit derselben, sah man in den anatomischen Entdeckungen über die Verbreitung von Kohlenhydraten in den Chlorophyllkörpern und namentlich in dem gelungenen Nachweise, dass in ihnen Stärke unter dem Einflusse des Lichts gebildet wird. Allein auch hier erscheinen die gasanalytischen und die histologischen Tatsachen, auf die man sich stützt, in einem veränderten Lichte, wenn man den complicirten physiologischen Akt, der sich in den grünen Geweben im Tageslichte abspielt, in seine beiden Componenten, in Atmung und Assimilation, zerlegt.

Die Atmung der grünen Gewebe und der Sauerstoffbedarf der Chlorophyllkörper während der Assimilation darf auch bei der Deutung der Produkte in den Chlorophyllkörpern und bei der relativen Zusammensetzung der ausgeschiedenen Gasvolumina nicht außer Betracht bleiben. Man könnte hier einwenden wollen — und dies ist in der Tat geschehen —, dass für das Endresultat des Gaswechsels die Atmung ohne Belang sei, da es sich hierbei ja nur um das Verhältniss zwischen verschwundener Kohlensäure und frei gewordenem Sauerstoff handelt, für den in der Atmung aufgenommenen Sauerstoff aber wieder Kohlensäure gebildet und dadurch das Verhältniss nicht weiter alterirt wird. Allein dieser Einwand ist unrichtig, weil die beiden Volumina der Gasarten, auf die es bei der Atmung ankommt, sich nicht decken.

Die Keimung stärkehaltiger Samen, an die man hierbei denken könnte, und bei welcher für den aufgenommenen Sauerstoff gleiche Volumina Kohlensäure abgegeben werden, ist für die Atmung grüner Organe nicht maßgebend, weil in diesen die Stärke und ihre Um-

wandlungsprodukte nicht das Material der Atmung bilden. Bei der Keimung ölhaltiger Samen tritt schon der Fall ein, dass mehr Sauerstoff aufgenommen, als Kohlensäure abgegeben wird, und dies Verhältniss steigert sich augenscheinlich in den grünen Organen im Lichte, wenn man die Beschaffenheit der Körper in's Auge fasst, die nach meinen Versuchen hier zur Verbrennung gelangen. Es darf daher nicht übersehen werden, dass die Atmung der grünen Organe im Lichte für sich allein betrachtet immer eine Verringerung des Gasvolumens im Versuchsraume durch Bindung von Sauerstoff in der Pflanze zur Folge haben muss. Wenn daher, wie es bei gleichzeitig assimilirenden und atmenden Organen häufig der Fall ist, das Gasvolumen des umgebenden Raumes gleich bleibt, so folgt daraus, dass in dem eigentlichen Reduktionsakte der Pflanze kein Kohlenhydrat, sondern eine Substanz gebildet wird, die ärmer an Sauerstoff ist, als die Kohlenhydrate, und zwar um so viel ärmer, als der in der gleichzeitigen Atmung gebundene Sauerstoff beträgt. Dieser Schluss ist geradezu unvermeidlich, wenn man die kohlenstoffhaltige organische Substanz unmittelbar aus Kohlensäure und Wasser entstanden denkt und die Atmung grüner Organe während der Assimilation nicht läugnen will.

Für die Deutung der anatomischen Befunde in den Chlorophyllkörpern wird hierdurch aber gleichfalls ein veränderter Standpunkt gewonnen, und es entsteht die Aufgabe, unter diesen die Substanz nachzuweisen, welche den obigen Anforderungen an das primäre Reduktionsprodukt Genüge leistet.

5) Der Wert der Einschlüsse in den Chlorophyllkörpern.

Ueberträgt man nun die Resultate des Gaswechsels der grünen Gewebe, wie sie aus obiger Darstellung folgen, auf die Produkte der physiologischen Thätigkeit der Chlorophyllkörper, so können die in ihnen abgelagerten Kohlenhydrate, wie z. B. die Stärkeeinschlüsse nicht mehr als die Reduktionsprodukte der Kohlensäure gelten. Sie erscheinen bereits als weitere Umwandlungsprodukte, welche erst secundär aus der primären Substanz, die in der Assimilation gebildet wird, durch die Atmung der Chlorophyllkörper entstehen. Als jenes ursprüngliche Assimilationsprodukt lässt sich dagegen schon jetzt mit großer Wahrscheinlichkeit das Hypochlorin bezeichnen, jener Körper, dessen allgemein verbreitete Existenz in den assimilirenden Chlorophyllkörpern ich nachgewiesen habe und dessen Bildung in ihnen unverkennbar unter dem Einflusse Lichtes steht.

Ausser Hypochlorin und Stärke finden sich aber in den Chlorophyllkörpern noch andere Substanzen abgelagert, und diese sind augenscheinlich gleichfalls Erzeugnisse ihrer physiologischen Funktion. Man kennt als solche jetzt schon mehr oder weniger sicher Oele, Fette, Zucker, Gerbsäure.

Die gegenwärtige Vorstellung von der Bildung der Kohlenhydrate bei der Reduktion der Kohlensäure giebt nun über die Entstehung so verschiedenartiger Produkte in den Chlorophyllkörpern unter dem Einflusse des Lichts gar keinen Aufschluss. Sie hatte immer nur Stärke oder Zucker im Auge, und doch muss auch die Bildung der andern Produkte auf die Funktion der Chlorophyllkörper zurückgeführt werden.

Die Einführung der Atmung der Chlorophyllkörper in die Betrachtung ihrer Produkte füllt auch diese Lücke aus. Die doppelte Funktion der Chlorophyllkörper, als assimilirende und atmende Organe, vermag wenigstens in entsprechender und naheliegender Weise die chemische Verschiedenheit der in ihnen entstehenden Bildungsprodukte zu erklären, da diese ja vom physiologischen Gesichtspunkte sich wesentlich nur durch ihren Sauerstoffgehalt, d. h. durch ihre Beziehung zur Atmung, von einander unterscheiden.

Man darf annehmen, dass je nach der wechselnden Atmungsgrösse der Gewebe, die wieder von der Tiefe ihrer Farbe und von der Intensität der Beleuchtung abhängt, die letzten Ablagerungsprodukte der Chlorophyllkörper notwendig bald reicher bald ärmer an Sauerstoff werden, und so scheint die Tiefe der Farbe zugleich, indem sie die Grösse der Atmung regelt, auch die Natur der Einschlüsse in den Chlorophyllkörpern zu bestimmen.

A. Gruber, Der Teilungsvorgang bei Euglypha alveolata.

Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 35, S. 431.

Gruber hat einen in mehr als einer Hinsicht interessanten Teilungsvorgang bei einer Thalamophore des süßen Wassers, Euglypha alveolata, beobachtet. Die Schale dieses zierlichen Tierchens ist aus kreisrunden concav-convexen Scheibchen zusammengesetzt, welche die oberflächliche Schicht des Weichkörpers bedecken. Aehnliche Scheibchen liegen auch im Innern des Körpers, in der Umgebung des Kerns. Wenn nun der Weichkörper über das Maß der Schale hinauszuwachsen beginnt, so drängt sich ein Teil seines Inhalts aus der Oeffnung hervor und in diesen allmählich größer und größer werdenden Teil rücken die im Innern gelegenen Scheibchen nach und nach sämmtlich hinauf und gruppiren sich zu einem tannenzapfenähnlichen Gebilde, das die Oberfläche des Protoplasmafortsatzes bekleidet. Durch fortgesetztes Wachstum des Letzteren werden dann die Scheibchen noch weiter auseinander geschoben, bis dieser Teil genau die Gestalt des ursprünglichen Tieres erhält, deren jetzt also zwei, mit ihren Schalenöffnungen einander zugekehrt, zusammenhängen. Erst

jetzt beginnen Veränderungen im Kern, der noch seine ursprüngliche Lage beibehalten hat. Es treten zunächst feine Körnchen und gewundene Linien in ihm auf; dann streckt er sich in der Richtung der Längsachse des Tieres, während zugleich eine deutliche Längsstreifung zum Vorschein kommt, in deren Gefolge der Kern sich in zwei etwa gleiche Hälften teilt. Von diesen wandert die eine in den Fortsatz hinüber und nimmt in diesem wie die zurückbleibende zweite Hälfte bald ein blasses, schliesslich bläschenförmiges Aussehen wieder an. Jetzt erfolgt durch eine rasche circuläre Strömung in der Sarcode eine vollständige Mischung derselben, der Körper zieht sich stellenweise etwas von der Schale zurück und endlich trennen sich die beiden Hälften als zwei vollständige Euglyphen. Gruber legt großes Gewicht darauf, dass das Teilstück zu einem neuen vollkommnen Tiere heranwachse, ehe der Mutterkern sich zu teilen beginne, und erblickt darin einen neuen Beweis für die Richtigkeit von Strasburger's Ansicht, dass „das eigentlich Aktive bei den Zellbildungsvorgängen" nicht im Kerne, sondern im Protoplasma zu suchen sei. An sich scheint indess aus Gruber's Beobachtungen doch nur hervorzugehen, dass das Wachstum der Euglypha unabhängig von Veränderungen des Kerns ist, während die Teilung des Körpers in zwei Individuen sicher erst der Teilung des Kerns folgt, also recht wol eine Folge derselben sein kann. Die Beobachtungen Gruber's scheinen dem Ref. einen sehr hübschen Beleg für den ursächlichen Zusammenhang zwischen dem Wachstum über die Grenzen des Individuums hinaus und der Vermehrung zu liefern. Die geschilderten Veränderungen im Nucleus sind, wie Verf. mit Recht hervorhebt, ein neuer Beweis, dass „wir im Nucleus der Rhizopoden einen typischen Zellkern zu erblicken haben." Einen ähnlichen Teilungsprocess hat Gruber, wie er in einem nachträglichen Zusatze mitteilt, seither bei der nahe verwandten Cyphoderia verfolgt.

J. W. Spengel (Bremen).

O. Bütschli, Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen.

Zeitschrift f. wiss. Zoologie Bd. 35, Heft 3, S. 384.

Die Bearbeitung der Protozoen für Bronn's „Klassen und Ordnungen des Tierreichs" hat Bütschli Veranlassung gegeben, Studien über die Fortpflanzung der Gregarinen zu machen, die zu einer Reihe wichtiger neuer Beobachtungen geführt haben. Als ein sehr geeignetes Object erwies sich die im Darme von Blatta häufig in bedeutenden Mengen vorkommende Gregarina (Clepsidrina) Blattarum v. Sieb., indem die begonnene Encystirung derselben in Eiweißlösung

auf dem Objectträger sich leicht fortsetzt. Zwei mit den ungleichnamigen Körperenden an einander hängende Gregarinen legen sich nach und nach mit ihren Längsseiten zusammen, so dass die sog. Kopfsegmente oder Protomerite die entgegengesetzten Enden des conjugirten Körpers einnehmen. Hierauf erfolgt die Abscheidung einer zarten gallertigen Hülle, und unter dieser tritt als Anlage der eigentlichen Cystenhülle eine sehr zart geschichtete innere Membran um die Peripherie der conjugirten Tiere auf, welche sich unter beständiger Rotation zu einer Kugel abrunden. Während die Protomerite mit den Deutomeriten verschmelzen, bleibt die Trennungslinie zwischen den beiden Individuen deutlich erkennbar. Nachträglich nimmt der Körper eine eiförmige Gestalt an.

Kurze Zeit nach der Ausbildung der Cyste beginnt die Entwicklung der Sporen, die in den jüngsten von Bütschli beobachteten Stadien eine die Oberfläche des Cysteninhalts überziehende, an ein Cylinderepithel erinnernde Lage prismatischer Körperchen bilden. Ein jedes derselben besitzt einen kugligen, mit dunkler Hülle versehenen Kern. Da das Verhalten des Kerns bei der Vermehrung der Protozoen durch die neueren Untersuchungen ein hervorragendes Interesse gewonnen hat, so hat natürlich der Verf. auch sein Augenmerk auf die Veränderungen derselben bei den Gregarinen gerichtet, und wenn seine Untersuchungen auch nicht zu einem abschließenden Resultate geführt haben, so ergeben sich doch aus denselben Tatsachen, welche auf eine Uebereinstimmung mit den bei anderen Protozoen beobachteten Erscheinungen hindeuten. Zunächst ist die bisher angenommene Ansicht, dass die Kerne der sich encystirenden und copulirenden Gregarinen nach einiger Zeit durch Auflösung zu Grunde gehen, als irrig erwiesen, da bei einer sehr jugendlichen Cyste die Kerne noch vorhanden waren, aber sich von denen der freien Gregarinen durch geringere Größe, den Besitz einer sehr zarten Hülle, einen fein granulirten Inhalt und den vollständigen Mangel eines Nucleolus unterschieden. Bei einer etwas ältern Cyste aber, in der jedoch die Pseudonavicellenbildung noch nicht begonnen hatte, enthielt das peripherische Protoplasma eine sehr große Anzahl kleiner Kerne, die in ihrer Erscheinung sich denen der jungen Pseudonavicellen anschlossen. In der Tat ist es kaum zu bezweifeln, dass die Kerne der letzteren von diesen peripherischen Kernen herstammen, — die ihrerseits durch wiederholte Teilung aus den ersten zwei Kernen hervorgehen dürften —, indem die Pseudonavicellen selbst als peripherische Knospen entstehen, deren jede einen Kern aufnimmt. Die Einzelheiten dieser Vorgänge, die in mancher Hinsicht noch complicirter sein mögen, bleiben natürlich noch zu verfolgen.

Zur Zeit des Auftretens dieser peripherischen Pseudonavicellenschicht sind die beiden Individuen des Cysteninhalts noch deutlich getrennt. Erst etwa 48 Stunden nach dem Beginne der Encystirung

erfolgt die Verschmelzung, und ungefähr um diese Zeit verschwinden auch sämmtliche Pseudonavicellen von der Oberfläche, indem sie in den Cysteninhalt einwandern und sich um das Centrum ansammeln; die dadurch hervorgebrachte durchsichtige Masse ist etwa 12—16 Stunden nach der völligen Verschmelzung der beiden Individuen deutlich erkennbar.

Nunmehr beginnt die Bildung einer zuerst von Stein, später genauer von Aimé Schneider beobachteten höchst merkwürdigen Einrichtung zur Ausstreuung der Pseudonavicellen, der von Schneider sogenannten „Sporoducte". Es sind dies eine Anzahl (3—12) äusserst zartwandiger Schläuche, die von der Oberfläche des Cysteninhaltes bis etwa an die des Pseudonavicellenhaufens reichen. Jeder Schlauch ist von feinkörnigem Protoplasma umgeben, das mit einem die ganze grobkörnige Masse durchziehenden Netzwerke zusammenhängt. Diese Gebilde entstehen nach Bütschli's Beobachtungen so, dass sich zunächst durch „Auseinanderweichen der Körner in der Aussenregion des Cysteninhalts an gewissen Stellen helle körnerfreie Stränge bilden. In der Achse eines solchen Stranges wird sich nun das feinkörnige, ihn durchsetzende Plasmawerk schlauchförmig anordnen, und im Innern dieses Schlauches wird der eigentliche Sporoduct durch Abscheidung oder plasmatische Umbildung erzeugt werden und zwar von Anfang an in directem Zusammenhang mit der sogenannten „Sporoductenmembran", der innersten Umhüllung des Cysteninhalts.

Die Eröffnung der Cysten vollzieht sich in der Art, dass wahrscheinlich durch den Druck der Cystenhülle, die Sporoducte nach aussen umgestülpt werden und dabei in einer noch nicht aufgeklärten Weise die Cystenhülle und die Gallertschicht durchbrechen.

Um das Schicksal der entleerten Pseudonavicellen festzustellen, hat Bütschli zum ersten Male mit Erfolg den Versuch gemacht, solche an Insekten zu verfüttern. Die Pseudonavicellen zahlreicher Cysten wurden mit Wasser und Mehl zu einem Brei angerührt und dieser isolirten Schaben zu fressen gegeben. Am dritten Tage wurde ein Tier untersucht, das sich als fast völlig frei von Gregarinen erwies, nur einzelne Individuen enthielt, die ihrer Größe nach nicht von der künstlichen Infection herrühren konnten. Als der Verf. dann aber zur Untersuchung des Darmepithels überging, fand er dasselbe mit einer ganz ungeheuren Menge jugendlichster Gregarinen besetzt, von denen die kleinsten die Größe einer Pseudonavicelle kaum übertrafen. Es waren etwa birnförmige Körperchen, die mit ihrem breiteren Ende in eine Darmepithelzelle eingesenkt waren, während das schmächtigere, das den Kern mit einem ansehnlichen Nucleolus enthielt, frei ins Darmlumen hineinragte. Während des fortgesetzten Wachstums aber kehrt sich das Größenverhältniss um; der kernhaltige Abschnitt übertrifft bald den in der Zelle steckenden kernlosen um ein Erhebliches und grenzt sich schließlich von diesem durch eine Scheidewand ab,

indem er zum Deutomerit der Gregarine wird. Ob aber der kernlose Abschnitt zum Protomerit wird, ist nach den Beobachtungen nicht zu entscheiden: denn es sind, wie bei verwandten Formen nach Schneider's Beobachtungen, auf einem mittleren Stadium auch bei Gregarina Blattarum drei Körperabschnitte vorhanden, nämlich ausser dem Protomerit und dem Deutomerit ein ganz in die Epithelzelle eingesenkter Kopfzapfen (Epimerit), der später abgeworfen wird. Es ist daher denkbar, dass der im Epithel steckende Abschnitt der jungen Gregarine nur das Epimerit lieferte, während sich der kernhaltige in Proto- und Deutomerit schiede.

An diese Beobachtungen schließen sich einige weniger vollständige über Gregarina polymorpha aus dem Darme der Mehlkäferlarve an, aus denen hervorgeht, dass auch hier zwei mit den ungleichnamigen Körperenden zusammengeheftete Gregarinen von einer Cyste umschlossen werden.

Die Anheftung an Epithelzellen wurde ferner für die bekannte riesige Gregarine aus dem Hoden des Regenwurmes, Monocystis magna A. Schmidt, nachgewiesen. Diese stecken mit den Kopfenden in großen pokalförmigen Zellen des Trichterendes des Hodens. Junge Pseudonavicellen ließen deutlich einen hellen, wenig granulirten Kern erkennen; später wird derselbe größer, ganz blass und homogen; ein Stadium mit einer Anzahl kleiner Kerne konnte nicht sicher beobachtet werden, doch glaubt Verf. „Anhaltspunkte für das Vorkommen eines solchen beobachtet zu haben." Mit vollkommner Sicherheit dagegen war je ein Kern in den 4—8 „sichelförmigen Körpern" wahrzunehmen, welche aus je einer Pseudonavicelle hervorgehen.

Der letzte Abschnitt enthält die Schilderung eiförmiger Psorospermien oder Coccidien aus dem Darmepithel von Lithobius forficatus, welche viel Aehnlichkeit mit den durch Eimer bekannt gewordenen Psorospermien der Maus zeigen. Es ist damit zum ersten Male der Nachweis des Vorkommens von Psorospermien bei Arthropoden geliefert.

J. W. Spengel (Bremen).

Paul Flechsig, Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Leitungsbahnen im Grosshirn des Menschen.

Arch. f. Anat. u. Physiol., Anatom. Abt. 1881. Seite 12 — 75.

Die Erfahrung, dass die Umwandlung der ursprünglich marklos angelegten Nervenfasern des Centralnervensystems in markhaltige nicht an allen Fasersystemen gleichzeitig vor sich geht, hat Flechsig in einer Reihe früherer Arbeiten erfolgreich benützt, um eine neue Me-

thode zur Aufhellung des complicirten Faserlaufs in gedachtem Organe einzuführen. — Die vorliegende Abhandlung soll die an anderen Orten gemachten Angaben des Verf. vervollständigen (besonders bezüglich des Großhirns), wodurch das Material zu weitergehenden physiologischen Schlüssen geboten wird.

Bei der Unmöglichkeit hier in die Einzelheiten der anatomischen Darstellung kurz einzugehen, muss es genügen auf die physiologisch wichtigen Tatsachen hinzuweisen.

Da eine Verbindung des Nucleus caudatus mit der Hirnrinde durch Stabkranzfasern absolut nicht nachzuweisen ist, da ferner der Nucleus caudatus die aus ihm entspringenden Faserbündel in die vordere Brückenabteilung entsendet, welcher sonst, (abgesehen von den zweifelhaften Linsenkernfasern), nur Fasern aus der Großhirnrinde zufließen, erscheint es ganz gerechtfertigt Schwanzkern und Großhirnrinde als analoge Gebilde aufzufassen. — Für den Linsenkern lässt sich eine Verbindung mit der Hirnschenkelhaube ganz unzweifelhaft nachweisen, während uns fraglich erscheint, ob aus diesem Ganglion auch in den Hirnschenkelfuß Fasern gelangen.

In der inneren Kapsel behalten die einzelnen Fasern in den verschiedenen Höhen nicht ihre relative Lage bei; durch diese successive Verschiebung erklären sich auch die abweichenden Angaben, welche verschiedene Autoren in dieser Beziehug machen, und es erscheint ferner notwendig in pathologischen Fällen bei der Beschreibung des Sitzes einer Laesion auch das erkrankte Niveau genau zu berücksichtigen. — Vielleicht die wichtigste Consequenz, welche Flechsig aus seinen Untersuchungen zieht, betrifft die Anschauung über den functionellen Unterschied von Hirnschenkelfuß und Haube. Er sagt: „Die Haube ist die Bahn der sensorischen, der Fuß der motorischen Leitungen.“

Die Scheitellappen des Großhirns stehen offenbar in einer ganz besonders nahen Beziehung zum Rückenmark, nicht nur durch die Pyramidenbahnen, sondern auch durch die Haubenstrahlungen, so dass sie geradezu als „Spinalteil der Großhirnlappen“ bezeichnet werden können.

Unter der Voraussetzung, dass die mit completen Markscheiden ausgerüsteten Fasersysteme früher in Funktion treten und funktionsfähiger sind als andere marklose, wird aus den Befunden Flechsig's ferner hervorgehen, dass im Markkern des Großhirns besonders frühzeitig die Bahnen der Haut- (und Muskel-) Sensibilität, also Haubenstrahlung, nicht nur entstehen und sich entwickeln, sondern auch in Funktion treten, und dass durch sensible Haut- (und Muskel ?) Nerven ausgelöste Empfindungen den am frühesten (1—2 Monate vor der Geburt?) erworbenen Inhalt des Bewusstseins bilden. —

Obersteiner (Wien).

J. Dansky und J. Kostenitsch, Ueber die Entwicklungsgeschichte der Keimblätter und des Wolff'schen Ganges im Hühnerei.

Mémoires de l'Acad. impér. des Sc. de St. Pétersbourg. VII. Serie T. XXVII Nr. 13.

Die Methode, deren die Verff. bei ihren Untersuchungen sich bedienten, war folgende. Zunächst wurde der Dotter $^1/_4$—1 Stunde lang in schwache Lösungen von doppelchromsaurem Kali oder in Müller'sche Flüssigkeit eingelegt; die auf diese Weise leicht isolirbare Keimscheibe wurde danach in Chromsäurelösung von 1—2% erhärtet, gefärbt (mit Eosin, Karmin, Hämatoxylin), entwässert, in ein Gemenge von Wachs und Olivenöl eingebettet und aus freier Hand in Schnitte zerlegt.

Die Keimscheibe bestand bei einem, dem Eileiter der Turteltaube entnommenen Ei, aus dicht aneinander gelagerten zelligen Elementen von grobkörniger Beschaffenheit; die im Centrum und an der Oberfläche befind'ichen sind kleiner als die peripher und tiefer gelegenen Zellen. Erstere besitzen meist schon einen deutlichen Zellkern. Vom Dotter sind die Zellen der Keimscheibe durch einen dünnen Streif geschieden; von einer Furchungshöhle ist noch nichts zu sehen. Im Gegensatz hiezu ist bei einem gelegten aber unbebrüteten Hühnerei, dessen Keimscheibe eine Area pellucida und opaca erkennen lässt, bereits eine Furchungshöhle vorhanden, welche unter der Keimhaut ihre Lage hat. Letztere besteht aus einer Menge Embryonalzellen, welche ebenfalls in der Mitte der Scheibe und an der Oberfläche kleiner sind, als an der Peripherie und in den tieferen Lagen. Die Zellen der oberen Lage bilden eine regelmäßige Schicht und färben sich intensiv mit Karmin; die darunter liegenden etwas größeren Zellen sind unregelmäßiger gruppirt und färben sich weniger gut. Nach unten zu gehen sie allmählich in grob granulirte Furchungskugeln über, welche die Furchungshöhle mehr oder weniger ausfüllen.

Bezüglich der Genese der Furchungshöhle äussern sich die Verff. dahin, dass „dieselbe im engsten Zusammenhange stehe mit der Organisation der Zellen, die vom Centrum der Scheibe sich in die Tiefe und zur Peripherie hin fortsetzen", und dass somit „die Bildung der Furchungshöhle durch die natürliche Volumveränderung der Elemente der segmentirten Keimscheibe bedingt werde."

In den ersten 3—4 Stunden der Bebrütung werden die Zellen der Keimscheibe durch fortgesetzte Teilung immer kleiner; auf den Boden der sich vergrößernden Furchungshöhle lagern sich verschieden große Furchungskugeln von meist rundlicher Form, welche sich nach fünfstündiger Bebrütung sehr gemehrt haben. Vom weissen Dotter wird die Furchungshöhle durch eine dünne Membran geschieden.

Nach 7—$7^1/_2$stündiger Bebrütung besteht bereits ein scharf ausgeprägtes oberes Keimblatt, dessen Zellen im Centrum der Scheibe in vertikaler Richtung gewachsen sind, während sie an der Peripherie

flach erscheinen. Um die achte Bebrütungsstunde geht die bis dahin kreisrunde Area pellucida in eine ovale Form über. Auf Durchschnitten aus dieser Entwicklungsstufe erscheint das obere Keimblatt im centralen Teil der Keimscheibe, wo es meist aus zwei Reihen von Zellen besteht, von der darunter liegenden Zellenmasse durch eine breite Spalte geschieden.

In der letztgenannten unteren Zellenmasse findet in der Längsachse der Scheibe eine Anhäufung von Zellen statt, die wahrscheinlich am Schwanzende der Area pellucida ihren Anfang nimmt; dadurch entsteht in dieser ein langer weisser Streif, der sogenannte Primitivstreif. Die untersten Zellen desselben flachen sich bald ab und wachsen immer mehr nach der Peripherie der Keimscheibe hin. Aus diesen Zellen geht unter Beteiligung der peripher gelegenen Zellen der unter dem oberen Blatte befindlichen Zellenmasse das untere Keimblatt hervor, dessen Bildung nach 11—12stündiger Bebrütung vollendet ist. Aus den zwischen den beiden Keimblättern liegen gebliebenen Zellen stellt sich das mittlere Keimblatt her, dessen Zellen eine rundliche Form besitzen. Während der Bildung des mittleren Blatts dehnt sich das obere nach der Peripherie zu längs der Dotteroberfläche aus.

Mittleres und unteres Keimblatt gehen jedoch vorerst nicht über den Bereich der Area pellucida hinaus. Das letztere nimmt gleichmäßig den ganzen hellen Fruchthof ein, das erstere beschränkt sich auf die Umgebung des Primitivstreifens und das Schwanzende der Area, während es sich an deren Kopfende und Rändern erst später einstellt. Längs des Primitivstreifens liegen die drei Keimblätter dicht aneinander, insbesondere ist an dieser Stelle das obere mit dem mittleren manchmal ganz verschmolzen.

Zu gleicher Zeit mit dem Auftreten des untern Blatts erscheint am Schwanzende der Area pellucida beginnend, als eine rinnenförmige Einsenkung des obern Blatts längs des Primitivstreifens, die Primitivrinne. In der zwischen der zwölften bis zur zweiundzwanzigsten Stunde der Bebrütung liegenden Zeit treten in der Keimhaut keine neuen Bildungen auf, und es bietet darum diese Periode im Allgemeinen ein geringes Interesse. Die hauptsächlichsten Entwicklungsvorgänge betreffen die weitere Ausbildung der drei Keimblätter, und zwar in erster Linie des mittleren, welches nach der Peripherie zu wächst und bald den Rand der Keimscheibe [vermutlich ist hier die Area pellucida gemeint, Ref.] erreicht; auch vor dem Kopfende des Primitivstreifens verdichtet sich das mittlere Blatt zu einer Fortsetzung dieses Streifens. Das untere Keimblatt besteht um diese Zeit aus flachen Zellen, welche gegen die Peripherie an Volumen zunehmend, allmählich in weisse Dotterzellen übergehen.

Ueber die Bildung der Rückenwülste und der Rückenfurche äussern sich die Verff. nur kurz; erstere liegen zu beiden Seiten des Primitivstreifens und gehen am Kopfende in Form eines Bogenwulstes

in einander über, während sie hinten divergiren. Zwischen ihnen liegt die Rückenfurche, welche keine neue Bildung (Balfour, Goette, Dursy) darstellt, sondern die unmittelbare Fortsetzung der Primitivrinne bildet.

Um über die von Peremeschko behauptete Bildung des mittleren Keimblatts durch Emigration der „Bildungskugeln" zu entscheiden, haben die Verff. jene Gebilde mittels einer vorsichtig in die Keimscheibe eingesetzten Pipette aus der Furchungshöhle ausgezogen und sie unter dem Mikroscop mit Hülfe des galvanischen Stroms auf ihre Beweglichkeit geprüft. Diese Untersuchungen ergaben jedoch kein bestimmtes Resultat. Es wurden wol Bewegungen an den fraglichen Gebilden beobachtet; doch sind die Verff. geneigt, diese zum größten Teile als passive Bewegungserscheinungen aufzufassen.

In einem ihrer Abhandlung beigefügten Anhang behandeln die Verff. die Entwicklung der Chorda dorsalis und des Wolff'schen Ganges. Die erstere ist auf Durchschnitten durch einen dreiundzwanzigstündigen Embryo bereits zu erkennen; sie liegt unter der Rückenfurche und geht im Mittelblatt aus einem Zellencomplexe hervor, der sich durch Zwischenräume von den Seitenteilen des genannten Blatts absondert. „Es muss also die Chorda dorsalis als aus Zellen des Mittelblatts entstehend, betrachtet werden." Wie mit diesen Angaben die kurz darauf ausgesprochene Annahme „dass die Zellen des untern Blatts in der Teilung begriffen sind, sich vermehren und eine Verdickung auf diesem Blatte bilden, welche nach ihrer Absonderung den Anfang zur Chorda dorsalis bildet" in Einklang zu bringen sind, ist dem Ref. unverständlich geblieben.

Bei der Schilderung der Entwicklung des Wolff'schen Ganges gehen die Verff. von einem Stadium aus, welches in die ersten Stunden des zweiten Brütetags fällt. Um diese Zeit bildet sich im mittleren Keimblatt, das auf den Querschnitten in Form zweier zu beiden Seiten des Rückenrohrs gelegenen Platten erscheint, eine Spalte, die von den Seitenenden der letzteren ausgeht; dadurch teilt sich das Mittelblatt in horizontaler Richtung in zwei Platten, in die obere oder die Hautmuskelplatte, und in die untere oder die Darmfaserplatte (Remak). Beide Platten bleiben jedoch, da die Spalte nicht bis zur Medianlinie durchgreift, neben Chorda und Medullarrohr mit einander verbunden.

Diese Spalte zeigt bald darauf in der Nähe des Rückenrohrs jederseits zwei neben einander gelegene kolbige Anschwellungen. Die dem Rückenrohre zunächst liegende bezeichnet die Stelle, welche die Urwirbel einnehmen, die lateral von ihr befindliche zweite entspricht der breitesten Stelle der sogen. Pleuroperitonealhöhle. Daraus geht hervor, dass die Verff. die Urwirbel in ihrer ersten Anlage schon als Hohlgebilde auffassen, deren Höhlung teilweise mit Zellen des mittleren Keimblatts angefüllt ist.

Die Hohlräume der Urwirbel communiciren vorerst noch mit der Pleuroperitonealhöhle durch eine dünne Spalte, die in horizontaler Richtung durch eine Platte gelegt ist, welche die Urwirbel mit den die Pleuroperitonealhöhle begrenzenden Seitenteilen des mittlern Blatts verbindet. Nach 38- bis 39stündiger Bebrütung treibt die Spalte der Verbindungsplatte eine dorsalwärts gerichtete Ausstülpung, welche bald die Form eines Kolbens annimmt, der mit der Platte nur noch durch einen dünnen Hals zusammenhängt. Dies ist die erste Entwicklungsstufe des Wolff'schen Ganges. Hiernach entsteht er so, dass sich die obere Lamelle jener Verbindungsplatte zu einer Längsfalte erhebt, welche sich immer mehr von ihrer Unterlage abschnürt und schließlich sich zu einer Röhre umgestaltet. Nach ihrer vollständigen Ablösung liegen die Wolff'schen Gänge frei in den Räumen zwischen Urwirbel und Seitenplatten. Bald treten zwischen ihnen und dem Sinnesblatt Zellenhäufchen auf, welche die Gänge allmählich immer weiter in die Tiefe zwischen Urwirbel und Seitenplatten des Mittelblatts drängen. Diese Zellen sind wahrscheinlich ein Produkt der Urwirbelmasse.

Die Verff. fassen ihre Beobachtungen folgendermaßen zusammen:

1) Die Wolff'schen Gänge entstehen durch Ausstülpung des horizontalen Teils der Mittelplatte.

2) Sie haben von Anfang an ein Lumen, das ein Rest der gemeinsamen Spalte ist, welche die Urwirbelhöhle mit der Pleuroperitonealhöhle verbindet.

L. Gerlach (Erlangen).

Altes und Neues über Atembewegungen.

Von

J. Rosenthal.

In welcher Weise die Atembewegungen zu Stande kommen, welche bei den höher organisirten Tieren zur genügenden Lüftung des Lungenraums unbedingt notwendig sind, ist eine der anziehendsten Fragen der Tierphysiologie. Noch interessanter aber ist die Erforschung des Zusammenhangs zwischen dieser Ursache der Atembewegungen und dem Atembedürfniss des Tiers, welche in höchst vollkommener Weise die Stärke der Atmung diesem Atembedürfniss anzupassen vermag.

Schon Galen (de anatomicis administrationibus, lib. VIII cap. IX) giebt an, dass Tiere plötzlich sterben, wenn man das Rückenmark in der Gegend des ersten bis dritten Halswirbels durchschneidet, dass sie dagegen am Leben bleiben, wenn der Schnitt hinter dem sechsten Halswirbel geführt wird, weil dann die Bewegungen des Zwerchfells fortdauern. Lorry u. A. haben dies bestätigt. Aber erst Le

Gallois (Expériences sur le principe de la vie, Paris 1812) hat genauer nachgewiesen, dass im verlängerten Mark eine Stelle ist, deren Verletzung die Atembewegungen sofort aufhebt, deren Abtrennung vom Rückenmark die Atembewegungen im Rumpfe aufhebt, während ein Schnitt vor jener Stelle, welche den Zusammenhang zwischen ihr und dem übrigen Gehirn unterbricht, die Atembewegungen am Kopf, d. h. die Bewegungen der Nasenflügel, das Aufsperren des Mauls u. s. w., unmöglich macht. Nach Le Gallois entspricht jene Stelle den Ursprüngen der Nervi vagi. Eine genauere Bestimmung der Lage und Abgrenzung derselben ist von Flourens, Schiff u. A. versucht worden, und Flourens hat für sie den Namen Lebensknoten, noeud vital oder auch point vital eingeführt (Flourens, Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux. 2 de éd. Paris 1842; 1re éd. 1824; und in vielen kleineren Artikeln von 1823—1857).

Die Physiologie lehrt uns, dass peripherische Nervenfasern und die von ihnen versorgten Muskeln nicht von selbst in Erregung geraten, sondern dass es dazu eines von außen auf sie einwirkenden Reizes bedarf. Im normalen Verlauf des Lebens werden solche Reize den Nerven von den Centralteilen des Nervensystems aus zugeführt. So lange Centralorgan, Nerv und Muskel in unversehrtem Zusammenhang stehen, sehen wir in letzteren auch ohne äussere Reize Bewegungen auftreten; ist dieser Zusammenhang unterbrochen, dann geschieht dies niemals. Auch da, wo scheinbar Ausnahmen von dieser Regel auftreten, wie z. B. bei den flimmernden Zuckungen in der Zunge und an andern Teilen nach Durchschneidung ihrer Nerven, auf welche M. Schiff die Aufmerksamkeit gelenkt hat, lässt sich nachweisen, dass äußere Reize die Veranlassung dazu abgeben.

Nun finden sich im Centralnervensystem neben den Nervenfasern, welche den peripherischen ganz gleich sind, noch andre Gebilde: Nervenzellen oder Ganglienzellen. Und darum sind wir geneigt, die Fähigkeit, auch ohne äussere Reize in sich selbständig die Erregung zu erzeugen, als eine Eigenschaft der Nervenzellen zu betrachten, wodurch diese sich eben von den Nervenfasern unterscheiden. Und diese Auffassung wird wesentlich unterstützt und bekräftigt durch die Tatsache, dass in allen denjenigen Teilen, welche nach der vollständigen Abtrennung vom Centralnervensystem noch selbständige Bewegungen zeigen, wie im Herzen, dem Darm u. s. w., stets Nervenzellen nachgewiesen werden können, die den in den Centralorganen gefundenen durchaus gleichartig sind.

Wenden wir nun das auf die Erfahrungen am Atmungsapparat an, so ergiebt sich daraus, dass wir an der bezeichneten Stelle der Medulla oblongata eine Anhäufung von Nervenzellen vorauszusetzen haben, von denen die Erregung der Atembewegungen ausgeht. Diese nennen wir das Atemcentrum oder das Centrum der Atembewe-

gungen. Von jenen Zellen, so müssen wir uns vorstellen, gehen zu den einzelnen Atemmuskeln Nervenfasern und führen diesen die im Centrum entstandene Erregung zu. Wird das Centrum zerstört oder werden die Leitungsbahnen von jenem Centrum zu den einzelnen Muskeln unterbrochen, dann hören die Atembewegungen auf.

Die einzelnen Untersuchungen, welche sich an die Arbeiten von Le Gallois und Flourens anschlossen, hatten zunächst nur eine genauere Bestimmung der Lage jenes Organs zum Zweck. Nach den Angaben von Schiff (Lehrb. d. Physiol. S. 332) ist dasselbe paarig, zu beiden Seiten der Mittellinie gelegen, hat eine Ausdehnung von etwa 3 mm. in die Länge und etwas über 1 mm. jederseits in die Breite. Einseitige Zerstörung des Organs hebt deshalb auch nur auf derselben Seite die Atembewegungen auf.

Die hier entwickelten Anschauungen wurden jedoch erschüttert, als Gierke seine im Laboratorium des Professors Heidenhain angestellten Untersuchungen über das Nervencentrum veröffentlichte (Pflüger's Arch. VIII 583, 1873). Er bestimmte nochmals genau die Lage des „Atemcentrums", d. h. der Stelle, deren Zerstörung die Atembewegungen sofort unterbricht. Er fand sie, so ziemlich in Uebereinstimmung mit seinen Vorgängern, paarig zu beiden Seiten der Mittellinie, in der Gegend der Vagusursprünge, nach hinten von den sogenannten Vaguskernen. Aber die mikroskopische Untersuchung der Stelle ergab nicht, wie zu erwarten war, eine Anhäufung von Nervenzellen in ihr, sondern es fand sich als anatomische Grundlage des „Atemcentrums" jederseits ein Faserbündel, welches zum Teil aus den eintretenden Vagusfasern, zum Teil aus dem Vagus- und Trigeminuskern stammt und nach hinten zum Rückenmark zieht.

Die von jener Arbeit begonnene Anregung hat erst in neuester Zeit weiter zu wirken begonnen. Während in Abhandlungen und Lehrbüchern, die in der Zwischenzeit erschienen sind, immer noch von dem Atemcentrum im hergebrachten Sinne die Rede ist, beginnt jetzt eine Bewegung, welche dahin zielt, die Medulla oblongata gleichsam zu depossediren, so dass einer der neuesten Schriftsteller auf diesem Gebiet (Langendorff) schließlich dahin gelangt, dieselbe nicht als die Urheberin der Atembewegungen anzusehen, sondern sie als „Hemmungsorgan" derselben zu bezeichnen.

Die Geschichte dieser Bewegung ist kurz erzählt. P. v. Rokitansky und C. v. Schroff d. J. haben in zwei Versuchsreihen, welche sie in Stricker's Laboratorium zu Wien anstellten, Atembewegungen auch an Tieren gesehen, welchen das Rückenmark von der Medulla oblongata getrennt war (Wiener med. Jahrb. 1874 S. 30, 1875 S. 324); der erstere, nachdem er die Tiere mit Strychnin vergiftet hatte, der letztere an solchen, die er in einem Wärmekasten vor der sonst nach Rückenmarksdurchschneidung eintretenden Abkühlung bewahrt hatte. Langendorff selbst endlich (Arch. f. Physiol. 1880 S. 518) hat die

Versuche von Rokitansky in vollkommnerer Weise wiederholt und nicht nur, wie jener, einzelne Atembewegungen, sondern unter Umständen ganze Reihen von solchen gesehen.

Was folgt nun aus diesen Versuchen und was hat es mit der von Langendorff angenommenen „Hemmung" für eine Bewandtniss?

Die Bedeutung der Tatsache, dass Abtrennung des Rückenmarks von der Med. obl. die Atembewegungen aufhebt, wird meiner Ueberzeugung nach durch die Erfahrungen, welche die genannten Forscher beibringen, nicht im Geringsten erschüttert; denn die beobachteten Atembewegungen, selbst die längeren Reihen von solchen bei Langendorff, sind nicht ohne Weiteres gleichzusetzen den regelmäßigen Atembewegungen des normalen Tiers. Sie können ohne Zwang als Reflexbewegungen aufgefasst werden. Nicht nur, dass sie in weitaus der Mehrzahl der Fälle überhaupt nur infolge äußerer Reize eintreten und unter Umständen, wo die Reflexerregbarkeit gesteigert ist; auch wo sie scheinbar spontan erfolgen, ist ein solcher reflektorischer Ursprung sehr wahrscheinlich. Noch keinem der Experimentatoren ist es gelungen, diese Atembewegungen wieder soweit in Gang zu bringen, um durch sie das Leben, wenn auch nur auf kurze Zeit, zu unterhalten. Wir sind, wenigstens bis jetzt, noch nicht berechtigt, die Ursache der normalen Atembewegungen in Teilen des Nervensystems unterhalb der Medulla oblongata wirklich als erwiesen zu bezeichnen.

Wenn ein Mensch durch einen Sturz auf den Rücken eine vollständige Durchquetschung des Rückenmarks im Brustteil erleidet, so ist damit der Einfluss des Willens auf diejenigen Muskeln, deren Nerven aus dem untern Rückenmarksabschnitt entspringen, vollkommen aufgehoben. In diesen Muskeln treten hier und da Zusammenziehungen auf, zuweilen sogar sehr energische, meistens infolge sensibler Reize (die bekannten Reflexbewegungen), zuweilen ohne dass solche äußere Ursachen sich mit Sicherheit nachweisen lassen. Aber trotzdem zweifeln wir nicht daran, dass die Ursache der normalen willkürlichen Bewegungen im Gehirn, und nur in diesem allein, gelegen sei. Wir schließen dies daraus, dass in diesen Fällen jene Bewegungen, auch wenn sie den normalen sehr ähnlich sehen, nur ausnahmsweise und selten eintreten, und dass in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle ihre reflectorische Natur sicher nachgewiesen werden kann. Ganz dasselbe lehren uns die Versuche über Rückenmarksdurchschneidungen bei Tieren.

Wenn ein motorischer Nerv, der aus einem solchen, vom Gehirn abgetrennten Teil des Rückenmarks entspringt, von einem sensiblen Nerven aus der in denselben Rückenmarksteil eintritt, in Erregung versetzt werden kann, so muss innerhalb des Rückenmarks eine Verbindung zwischen dem sensiblen und dem motorischen Nerven bestehen. Wir sind geneigt anzunehmen, dass solche Verbindung durch Nervenzellen vermittelt werde. Diese Annahme stützt sich auf gewichtige

Gründe. Derartige physiologische Verknüpfung sensibler und motorischer Nerven ist noch niemals in andern Apparaten beobachtet worden, als in solchen, die reich an Nervenzellen sind. Die Histologie lehrt uns, dass die motorischen Nerven in jenen Apparaten mit Nervenzellen in Verbindung sind, und ein histologischer Zusammenhang der sensiblen Nerven mit eben diesen Zellen lässt sich wenigstens sehr wahrscheinlich machen. Will man nun jene Nervenzellen, mit denen die motorischen Nerven im Rückenmark in Verbindung treten, ihr Centrum nennen, so lässt sich gegen diese Anwendung des Worts nicht viel einwenden. So würde es auch erlaubt sein, von Centren der Atemnerven im Rückenmark zu sprechen. Diese Centren können dann, auf Grund der erwähnten Tatsachen, als solche bezeichnet werden, welche reflektorisch oder unter besondern Umständen gelegentlich einmal in Erregung geraten. Dass aber in ihnen regelmäßig während des ganzen Lebens die normalen Atembewegungen ihren Ursprung finden, das kann man auf Grund der bisherigen Erfahrungen in keiner Weise behaupten.

Wenn es daher als unerwiesen erachtet werden muss, dass diese Centra der Atemnerven im Rückenmark im normalen Ablauf der Lebenserscheinungen regelmäßig und aus innern Ursachen in Erregung geraten, so können wir sie gleichsam nur als Centra erster Ordnung betrachten, in welchen die Atemnerven vorläufig endigen und wo sie mit sensiblen Nervenfasern und den vom Gehirn herunterkommenden Leitungsbahnen in Verbindung treten gerade so, wie dies mit allen andern motorischen, aus dem Rückenmark entspringenden Nerven auch der Fall ist. Aber wie die gewöhnlichen willkürlichen Bewegungen unbestrittener Weise nicht durch selbständige Erregungen jener Nervenzellen des Rückenmarks zu Stande kommen, so müssen wir auch für die Atembewegungen ein Centrum höherer Ordnung annehmen, welches in einem andern Teil des Centralnervensystems liegen muss, so lange nicht regelmäßigere und andauerndere Atembewegungen an Tieren beobachtet worden sind, deren Rückenmark von der Medulla oblongata abgetrennt ist.

Wenden wir uns nun wieder zu dieser und dem in ihr vorausgesetzten Atemcentrum, so würden auf Grund der Gierke'schen Untersuchungen zwei Annahmen gemacht werden können. Entweder ist jene Stelle, deren Zerstörung sofortige Unterbrechung der Atembewegungen zur Folge hat, trotzdem sie keine Ganglienzellen enthält, dennoch das wahre Atmungscentrum, d. h. in ihr entsteht selbständig die Erregung der Atembewegungen. Oder aber diese Erregung findet an einer andern Stelle statt, und dann wäre zu erklären, warum jene Verletzung und jede Durchschneidung des Rückenmarks zwischen ihr und dem Abgang der Atemnerven sofortigen Atmungsstillstand bewirkt.

Langendorff stellt sich entschieden auf den letzteren Standpunkt.

Nach ihm sind die Atemcentra im Rückenmark selbst gelegen, die Aufhebung der Atembewegungen aber betrachtet er als eine Hemmung in Folge des durch die Verletzung gegebenen Reizes, und jene Stelle der Med. obl. soll gerade dadurch ausgezeichnet sein, dass in ihr alle Hemmungsnervenbahnen auf engstem Raume zusammenlaufen.

Um diese Vorstellung ganz verständlich zu machen, müssen wir auf den Begriff der Hemmung eingehen. Im Jahre 1848 machte Ed. Weber die Beobachtung, dass eine Reizung des N. vagus am Halse die Bewegungen des Herzens aufhebe, und dass das Herz während der Dauer der Reizung im Zustande der Erschlaffung (Diastole) verharre. Diese Tatsache, welche der Wirkung motorischer Nerven auf die mit ihnen verbundenen Muskeln gerade entgegengesetzt ist, wird als Hemmung bezeichnet. Seitdem sind noch andre ähnliche Fälle aufgefunden worden, und man nennt alle Nerven, die in solcher Weise wirken, Hemmungsnerven.

Solche Hemmungsnerven gibt es auch am Atmungsapparat. Aber wenn wir mit Langendorff den Stillstand der Atmung nach Verletzung jener Stelle der Med. obl. oder nach Durchschneidung des Rückenmarks als „Hemmung" auffassen wollen, so machen wir stillschweigend noch die andre Voraussetzung, dass ein solcher einfacher Schnitt eine stundenlang andauernde Erregung jener hypothetischen Hemmungsfasern bewirke. Solche Annahmen zur Stütze von Annahmen müssen offenbar immer mit großer Vorsicht gemacht werden. Langendorff ist freilich hierin nicht ohne Vorgänger. In der Physiologie der Atembewegungen wie der des Herzens begegnet man der Annahme von der langanhaltenden reizenden Wirkung eines Schnittes öfter. Aber dieselbe ist zu sehr im Widerspuch mit dem, was sonst über die Wirkungen solcher Schnitte bekannt ist, und eine sichrere Begründung haben alle diese Annahmen noch nirgends gefunden.

Zu Gunsten dieser Auffassung lässt sich auch, so viel ich sehe, nur eine Tatsache anführen. Wenn Gierke jene Stelle in der Med. obl. unvollkommen zerstörte, sah er vorübergehenden Stillstand der Atembewegungen eintreten. Aber diese Tatsache lässt eben so ungezwungen die andere Deutung zu, dass durch eine solche, quetschend oder erschütternd wirkende unvollkommene Zerstörung jener für das Zustandekommen der Atembewegungen wichtigen Stelle eine vorübergehende Lähmung oder Leitungsunterbrechung eintrete, welche die noch unversehrt gebliebenen Teile derselben zeitweise außer Function setze. Eine entscheidende Bedeutung für oder wider die eine oder die andre der in Rede stehenden Auffassungen lässt sich also dieser Tatsache nicht zuschreiben.

Dagegen gibt es eine andre Tatsache, welche sich, soviel ich sehen kann, in keiner Weise mit der Hemmungstheorie vereinigen lässt. Kronecker und Markwald konnten durch elektrische Reizung der vom Gehirn abgetrennten Medulla oblongata Atembewegungen

auslösen (in den Pausen zwischen den von selbst entstehenden) oder die vorhandenen verstärken (Arch. f. Physiol. 1879 S. 592). Hier hat also eine unzweifelhafte Reizung keine „Hemmung“ verursacht, und es wird schwer, dem gegenüber den Erfolg der Durchschneidungen als Folge einer Reizung von Hemmungsapparaten aufzufassen.

Auf der andern Seite aber würde ich es für äußerst gewagt halten, die Gierke'schen Befunde zur Grundlage einer Theorie zu machen, nach welcher Nervenzellen unnötig für den Begriff eines „Nervencentrums“ wären. Wenn wirklich in den von ihm gefundenen Teilen, deren Durchschnitt sofortigen Atemstillstand verursacht, keine Zellen aufzufinden sind (und ich habe keinen Grund, daran zu zweifeln, obgleich ich die Präparate nicht gesehen habe), so bleibt noch immer die Deutung übrig, dass diese Teile nicht das Centrum selbst, sondern nur die Leitungsbahnen darstellen, durch welche die im eigentlichen Nervencentrum der Atembewegungen entstehenden Erregungen zu den einzelnen Nerven der Atemmuskeln hingeleitet werden. Die Durchschneidung dieser Bahnen müsste dann selbstverständlich die Atembewegungen gerade so aufheben, wie die Durchschneidung eines motorischen Nerven die von diesem versorgten Muskeln lähmt oder die Durchschneidung des Rückenmarks alle die Muskeln, deren Nerven unterhalb des Schnitts entspringen. Dann wäre allerdings die Frage nach dem eigentlichen Sitz des Atemcentrums noch eine offene. Und es wäre wol denkbar, dass dieses Centrum nicht einen so eng begrenzten Bezirk einnehme, wie wir nach den Versuchen von Le Gallois, Flourens u. A. bisher angenommen haben. Um diese Frage zu entscheiden, bedarf es neuer Untersuchungen, sie ist noch nicht spruchreif. Unabhängig von dieser Frage nach dem anatomischen Sitz des Centrums geht aber die Untersuchung nach den Bedingungen seiner Tätigkeit, und von diesen wollen wir in einem zweiten Artikel handeln.

(Fortsetzung folgt.)

Das Chlorophyll.

Bericht über Hoppe-Seyler's Mitteilungen über das Chlorophyll der Pflanzen. Zeitschrift für physiologische Chemie III, 339 (1879); IV, 192 (1880); V, 75 (1881).

Die alkoholische Lösung grüner Pflanzenteile enthält, wie seit langer Zeit bekannt, einen grünen Farbstoff von merkwürdigen optischen Eigenschaften. Er fluorescirt in fast homogenem rotem Licht, besonders wenn er von den Schwingungen des violetten, blauen oder roten Lichts getroffen wird. Es ist wol noch nicht mit Sicherheit entschieden, dass dieser grüne Farbstoff es ist, welcher den Pflanzen die grüne Farbe verleiht. Als ein nahes Zersetzungsprodukt dieses Körpers kann der in Alkohol lösliche Stoff immerhin gelten.

Bis auf die letzten Jahre haben die Botaniker einen großen Fleiss auf die spektroscopische Untersuchung dieses „Chlorophylls“ verwandt. Die Früchte dieser Bemühungen waren spärlich genug. Es zeigte sich auch hier, dass man von der physiologischen Bedeutung der in einem Organismus enthaltenen Stoffe wenig erfährt, so lange man mit Extrakten arbeitet und die Reindarstellung derartiger Produkte scheut.

Hoppe-Seyler hat nun den vom schönsten Erfolge gekrönten Versuch unternommen die färbende Substanz des alkoholischen Extrakts grüner Pflanzenteile zu isoliren.

Er benutzte für seine Versuche meist Gramineen. Nachdem das „Wachs“ durch Aether extrahirt war, wurde durch kochenden absoluten Alkohol eine grüne Lösung erhalten. Beim Stehen schieden sich aus derselben im durchfallenden Lichte rot, im auffallenden grünlich bis weisssilberglänzend gefärbte Krystalle ab. Dieselben sind von Bongarel als Erythrophyll bezeichnet worden.

Dampft man die grün gefärbte Lauge ein, so wird nach mehrfachem Umkrystallisiren ein zweiter krystallinischer Körper in kugligen Körnern erhalten. Dieser Körper wird wegen seiner vermutlich nahen Beziehung zum Farbstoff grüner Pflanzenteile von Hoppe Chlorophyllan genannt. Seine Lösungen zeigen schon bei einem Gehalt von 0,001 gr. Farbstoff im Liter das charakteristische Band der Chlorophylllösungen im Rot zwischen B und C. Die Lösungen geben starke rote Fluorescenz, sind aber nicht rein grasgrün, sondern mehr olivengrün gefärbt. Der Farbstoff enthält, wie es scheint, kein Eisen, dagegen neben C, O, N und H noch Mg und P. Er ist mit Lecithin nicht verunreinigt. Da sein P-Gehalt also dem Molekül des Farbstoffs zugehörig ist, stellt das Chlorophyllan höchst wahrscheinlich eine Verbindung eines Farbstoffs mit dem P-haltigen Lecithin dar.

Es musste nun die nächste Aufgabe sein, den P-haltigen Atomcomplex abzutrennen, um womöglich auf diese Weise den P-freien Paarling der neuen Verbindung zu isoliren. Hoppe kochte zu diesem Zwecke die alkoholische Lösung des Chlorophyllans mit alkoholischer Kalilösung. Der Farbstoff wurde sehr langsam angegriffen. Es resultirten zwei Körper, welche vielleicht als Oxydationsprodukte des Chlorophyllans anzusehen sein dürften.

Der eine Körper, welcher das Hauptprodukt der Einwirkung von Kali auf Chlorophyllan vorstellt, heisst wegen der zweifarbigen Fluorescenz seiner Lösungen Dichromatinsäure. In ihr ist die Atomgruppe des Chlorophylls, welche das bekannte Absorptionsband zwischen B und C zeigt, erhalten. Sie ist N-frei. Ein Zersetzungsprodukt dieser Säure ist das Phylloporphyrin, dessen Name an seine Aehnlichkeit mit dem Hämatoporphyrin (erhalten aus Hämoglobin) erinnern soll.

Neben der Dichromatinsäure wird durch Kali aus dem Chlorophyll die Chlorophyllansäure gebildet. Sie zeigt in ätherischer

Lösung zu dem bekannten Bande des Chlorophylls (zwischen B und C) außerdem noch einen neuen Streifen im Rot.

Soweit ist Hoppe-Seyler bisher vorgedrungen. Seine Mitteilungen müssen das regste Interesse aller derer erregen, welche meinen, dass die physiologische Chemie berufen ist das Rätsel vom Stoffwechsel der Pflanze zu lösen.

Th. Weyl (Erlangen).

L. Landois (Greifswald), **Brütapparat mit elektromagnetischer Vorrichtung zur Regulirung eines constanten Temperaturgrades.**

Mitteilungen aus dem naturw. Verein von Neu-Vorpommern u. Rügen.

Der Apparat, von dem wir nur ganz kurze Andeutungen geben können, besteht aus drei Abteilungen; die untere enthält die elektrischen Batterien, die mittlere den eigentlichen Brutraum, die obere elektromagnetische Vorrichtungen, durch welche die Regulirung der Wärme des Brutraums bewirkt wird. — Der Brutraum ist von Wasser umgeben und hat zu beiden Seiten mit Quecksilber gefüllte Glasgefäße S u. S_1, in welche Platindrähte tauchen. Hat das Wasser die Temperatur von 40° C. erreicht, so stellt man diese Drähte dem entsprechend ein. Erwärmt wird das Wasser durch eine beständig brennende kleinere, und eine größere Gasflamme. Steigt nun die Temperatur des Wassers über 40°, so dehnt das Quecksilber in S und S_1 sich aus, berührt die Platinspitzen und schließt dadurch den Strom der Kette. Hierdurch wird aber ein im obern Raume angebrachter Elektromagnet wirksam, zieht einen über ihm befindlichen Eisenbalken an, welcher wieder eine Röhre in ein Quecksilbergefäß taucht und dadurch die Gaszufuhr zu der größeren Flamme abschneidet. Kühlt sich das Wasser wieder ab, so wird der Strom wieder unterbrochen, der Magnet lässt den Balken fahren, dieser hebt die Röhre aus dem Quecksilbergefäß, und dadurch wird wieder die Gaszufuhr zur größern Flamme frei. Diese entzündet sich an der kleinern, das Wasser erwärmt sich wieder stärker u. s. f.

Außerdem ist zur Wärmeregulirung am Apparate noch eine Vorrichtung angebracht, durch welche im Augenblick der stärksten Erwärmung sofort kaltes Wasser in den Kasten läuft. Das Nähere hierüber muss der Leser im Original einsehen.

S.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die „Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“ zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **31. Mai 1881.** **Nr. 4.**

Inhalt: **Hansen,** Vergleichende Untersuchungen über Adventivbildungen bei den Pflanzen. — **Vosmaer,** Ueber die Fortpflanzungsverhältnisse bei Spongien. — **Ercolani,** Zur Lehre von der Anpassung der Species an die Umgebung. — **Walcott,** Organisation der Trilobiten. — **Nicholson,** Die Structur- und Verwandtschaftsverhältnisse des Genus Monticulipora. — **Leydig,** Die augenähnlichen Organe der Fische. — **Klein,** Histologische Notizen. — **Rosenthal,** Altes und Neues über Atembewegungen (Fortsetzung). — v. **Kries** und **Sewall,** Ueber die Summirung untermaximaler Reize in Muskeln und Nerven. — **Lovén,** Ueber die Natur der willkürlichen Muskelzusammenziehungen. — **Kunkel,** Ueber das Vorkommen von Eisen nach Blutextravasaten. — Biologische Uebersicht.

Adolph Hansen, Vergleichende Untersuchungen über Adventivbildungen bei den Pflanzen.

Mit 9 Tafeln. gr. 4. Abdruck aus den Abhandlungen der Senckenbergischen naturf Gesellschaft. XII. Bd. Frankfurt a. M., C. Winter 1881.

Die vorliegende Arbeit ist ein Teil einer noch nicht abgeschlossenen Untersuchungsreihe. Wie es beim Betreten eines noch wenig bearbeiteten Gebiets zu gehen pflegt, zog bald eine Anzahl Tatsachen ein lebhafteres Interesse auf sich und wurde dadurch die Lösung der ursprünglich gestellten Frage noch zurückgedrängt. Zunächst sollte untersucht werden, ob bei einer Gruppe von Erscheinungen, welche man mit dem Namen Adventivbildungen bezeichnete, der anscheinende Widerspruch gegen eine Regel wirklich vorhanden sei oder nicht.

Es sei gestattet, für die Nichtbotaniker den Begriff der Adventivbildung kurz zu erörtern.

Die Verhältnisse der Gliederung bei den höheren Pflanzen sind relativ einfache. Wir können die mannichfachen morphologischen Gebilde auf zwei Grundformen beziehen, nämlich auf 1) den blattbildenden Spross und 2) die Wurzel. Am einfachsten finden sich diese Verhältnisse am Keim des Samens, welcher nur aus dem primären Spross und der primären Wurzel besteht. Im weiteren Verlaufe des

Lebens der Pflanze bleibt die Gliederung zwar nicht so einfach, allein wenn neue Glieder erzeugt werden, so sind dies wieder nur Sprosse und Wurzeln. Diese beiden morphologischen Grundformen zeigen sowol in Bezug auf den Ort ihrer Bildung, als auch entwicklungsgeschichtlich eine solche Regelmäßigkeit, dass man diese Merkmale als für die Begriffe des Sprosses und der Wurzel entscheidend ansehen konnte: ein neuer Spross entsteht immer in der Achsel eines Blattes. Der Spross entwickelt sich aus dem Gewebe der Blattachsel und zwar ist seine Entstehung eine exogene.

Auch die Wurzel zeigt die Constanz des Orts und der Bildungsweise. Sie entsteht in der Regel als Auszweigung einer primären Wurzel und ist immer endogener Entstehung. Als histologisches Merkmal kommt ihr die Wurzelhaube zu.

Es war schon seit langer Zeit eine Anzahl Fälle bekannt, welche mit der eben besprochenen Regelmäßigkeit der Spross- und Wurzelbildung in Widerspruch zu stehen schien. Man fand nämlich bei manchen Pflanzenspecies constant auftretende Sprosse an andern Orten, als in der Blattachsel z. B. auf der Blattspreite, am Stengelgliede, an der Wurzel; man fand Wurzeln, welche direkt aus dem Stamm oder einem Blatt entstanden. Da diese Bildungen gewöhnlich erst an ausgebildeten Pflanzen auftraten, so nannte man sie Adventivbildungen. Zu denselben rechnete man auch ferner die an abgeschnittenen Pflanzenteilen (Stecklingen) entstehenden Sprosse und Wurzeln. Man suchte nach einem für diesen Begriff wesentlichen Merkmal und glaubte wenigstens für die Adventivsprosse gefunden zu haben, dass sie abweichend von den normalen entständen, nämlich endogen. Für die Wurzeln ließ sich gar nicht einmal ein entscheidendes Merkmal finden, und hier waren die Anschauungen, ob eine Wurzel adventiv sei oder nicht oft entgegengesetzt.

Um einen Ueberblick zu haben, ergaben sich mir von selbst zwei Kategorien von Adventivbildungen 1) solche, welche unter natürlichen Bedingungen an einer Pflanze auftreten, 2) solche, welche nur durch besondere Bedingungen an ganzen Pflanzen oder abgetrennten Teilen derselben hervorgerufen werden. Erstere sind ein typisches Merkmal aller Individuen derselben Species; sie gehören in den Entwicklungsgang derselben. Die zweite Gruppe umfasst die künstlich an Stecklingen hervorgerufenen Adventivbildungen.

Als gemeinsam für diese beiden Gruppen ergab sich, dass die Adventivbildungen morphologisch und anatomisch den normalen ganz gleichwertig sind. Erstere zeigen einen Aufbau aus denselben Elementen, wie die normalen, welche zu denselben Gewebsformen zusammentreten, wie bei diesen. Das Wachstum und die Zellteilung ist nicht verschieden von diesen Erscheinungen bei normalen Gliedern. Die schließliche Gliederung der heranwachsenden Adventivbildung ist die gleiche, wie die der normal entstandenen Sprosse und Wurzeln.

Die bisherige Annahme, dass alle Adventivsprosse endogen entständen und dadurch einen durchgreifenden Unterschied von den normalen aufwiesen, ist unrichtig. Alle untersuchten Adventivsprosse entstehen exogen. Was die adventiven Wurzeln anbetrifft, so schließen sich auch diese in der weitaus größten Anzahl dem normalen Typus an. Eine Ausnahme machen die adventiven Wurzeln auf den Blättern der Cardamine pratensis. Diese Adventivknospen und Wurzeln sieht man mit bloßem Auge auf jedem beliebigen älteren Exemplar, namentlich die Wurzeln, welche wie dünne Fäden oft bei weiterem Wachstum den Blattstiel umwickeln. Diese Wurzeln zeigen eine bisher bei echten Wurzeln noch nicht beobachtete exogene Entstehung. Ganz ebenso verhalten sich aus den Blattachseln entspringende Wurzeln bei Nasturtium officinale und N. silvestre. Es ist eine eigentümliche Tatsache, dass die bei den letztgenannten beiden Pflanzen in der Blattachsel, also am Ort der normalen Sprossbildung entstehenden Wurzeln, auch in der exogenen Bildungsweise mit den Sprossen übereinstimmen.

Die bei einer Anzahl Wasserpflanzen an den Internodien sich bildenden Adventivwurzeln zeigen dagegen die gewöhnliche endogene Entstehungsart. In letzterer Weise bilden sich auch die Nebenwurzeln der Adventivwurzeln von Cardamine, wodurch diese sich also später wieder ganz den normalen anschließen.

Die adventiven Sprosse der ersten Gruppe zeigen das Gemeinsame, dass sie sich nicht bis zur vollkommenen Ausbildung weiter entwickeln, so lange sie sich auf der Mutterpflanze befinden. Es ist eine rätselhafte Tatsache, dass diese Sprosse im Zustand des Vegetationspunkts verharren, während die normalen Achselsprosse bald aus diesem Zustande herausgehen und noch auf der Mutterpflanze zur vollkommnen Entwickelung gelangen. Um so weniger ist eine Erklärung dieser Tatsache möglich, als bei den meisten Adventivbildungen tragenden Individuen, z. B. bei Cardamine pratensis die adventiven und normalen Vegetationspunkte sich unter gleichen äusseren Bedingungen befinden.

Die Adventivsprosse wachsen erst zu neuen Pflanzen heran, wenn sie von dem erzeugenden Individuum getrennt und ihnen die nötigen Lebensbedingungen geliefert werden.

Von Adventivbildungen, die an Stecklingen entstehen, wurden die an Blättern von Bagonia Achimenes und Peperomia untersucht.

Es drängte sich hier zu gleicher Zeit die Notwendigkeit der genauen Orientirung über das vor dem Erscheinen der Adventivbildungen reichlich auftretende Callusgewebe auf. Bei der Kultur abgeschnittener Blätter oder Internodien als Stecklinge beginnt an der Schnittfläche, ehe die Bildung adventiver Sprosse und Wurzeln auftritt, eine reichliche Vermehrung des Gewebes. Dasselbe scheint aus der Schnittfläche gleichsam hervorzuquellen und bedeckt sie und ihre Umgebung

mit einer oft bedeutenden Anschwellung. Diese Gewebewucherung belegte man mit dem Namen Callus. Ueber die Entwicklung und die physiologische Bedeutung des Callus lagen nur unsichere und ungenügende Beobachtungen vor. Die Untersuchung ergab, dass das Callusgewebe aus den schon vorhandenen Gewebeformen entsteht und dass ausser verholzten Geweben alle übrigen an der Bildung Teil nehmen können. Namentlich beteiligen sich zu Anfang die Epidermis und die Formen des Grundgewebes an der Callusbildung. Man hielt den Callus bisher für eine Art Schutzgewebe und bestritt, dass sich aus demselben Vegetationspunkte differenziren könnten. Ich fand, dass sich aus den Zellen des Callusgewebes selbst spross- und wurzelbildende Meristeme bilden.

Bei Achimenes und Peperomia entstehen nur die ersten adventiven Wurzeln aus vorhandenen Gewebeelementen. Die späteren Wurzeln und Sprosse dagegen bilden sich aus dem neuentstandenen Zellcomplex des Callus. Nachdem das Callusgewebe eine Zeit lang sich vermehrt hat, beginnt im Innern desselben die Anlage zahlreicher procambialer Stränge, die nach allen Richtungen gegen die Oberfläche hinziehen. Sie bilden sich bald zu Tracheen führenden Strängen aus, so dass der Callus mit einem verzweigten System von Leitbündeln versehen wird. — Nun beginnt die Differenzirung der Spross- und Wurzel-Vegetationspunkte. Peripherische Zellen des Callusgewebes, die von den übrigen nicht verschieden sind, füllen sich reichlicher mit protoplasmatischem Inhalt, teilen sich und erzeugen bald ein Meristem.

Während das ganze Callusgewebe ausser den Leitsträngen keine Differenzirung in Gewebeformen zeigt, sondern aus lauter gleichartigen parenchymatischen Zellen besteht, zeigen die neu entstehenden Meristemhügel ganz wie normale Vegetationspunkte schon im Anfang eine Gliederung der Meristeme, namentlich eine scharf differenzirte Epidermis.

Die aus dem Callus erzeugten Sprosse sind stets exogener Entstehung, sie bilden sich aus peripherischen Zellen. Dagegen werden die Wurzeln auch im Callus nach der gewöhnlichen Regel endogen angelegt. Selbst wenn sie der Oberfläche ganz nahe entstehen, sind sie wenigstens von einer Zellschicht bedeckt, welche später durchbrochen wird. Die adventiven Wurzeln bilden sich aus beliebigen Zellen hypodermaler Gewebeschichten, z. B. kann ihre Bildung aus einer einzigen Collenchymzelle verfolgt werden.

Auch bei Peperomia entstehen die Sprosse aus dem Callus. Die Schnittfläche wird zuerst von den äusseren absterbenden Gewebeschichten bedeckt und so nach aussen abgeschlossen. Dann beginnt die Callusbildung, und da die Partieen des vertrockneten Gewebes an der Schnittfläche dem Wachstum nicht zu folgen vermögen, so werden sie durch das hervordringende Callusgewebe zerrissen. Dies geschieht sowol am Blattstiel als auch an durchschnittenen Stücken der

Blattspreite. Der Callus tritt nun in zahlreichen Hügeln nach aussen, die Reste der durchbrochenen Gewebe tragend. Auf einzelnen dieser ins Freie getretenen Hügel bilden sich, wie bei Achimenes Vegetationspunkte, die sich zu Sprossen entwickeln.

Bei Begonia sind die Verhältnisse ebenso. Ausser den aus einzelnen Epidermiszellen des Blatts hervorgehenden Sprossen bilden sich Sprosse, sowie auch Wurzeln aus dem an der Schnittfläche des Blattstiels entstehenden Callusgewebe. So entstehen also normale Glieder und Individuen aus einem durch pathologische Vorgänge entstandenen Zellcomplex.

Diese Entstehungsweise wird wohl eine allgemeine Verbreitung bei Stecklingen haben, wie weitere Untersuchungen in dieser Richtung ergeben werden. Vorläufige Beobachtungen sprechen dafür, dass auch die aus Wurzeln entstehenden Adventivsprosse sich exogen und zum Teil aus Callus bilden.

Aus alten Stämmen unserer Laubbäume sieht man im Frühling zahlreiche junge Triebe herausbrechen. Diese Sprosse zeigen keine Beziehung zu einer Blattachsel und man hielt sie desshalb früher für Adventivbildungen. Gerade diese Sprosse, welche tief aus der Rinde hervorkommen, gaben Veranlassung zu dem Glauben, dass adventive Sprosse endogen angelegt würden. Hartig hat das Verdienst zuerst und wiederholt darauf hingewiesen zu haben, dass diese Bildungen keine Adventivbildungen seien. Es fehlte aber der Nachweis durch die genaue Verfolgung der Entwicklungsgeschichte. Dieselbe ergab, dass die Sprosse weder endogene noch Adventivsprosse sind.

Die später als scheinbar adventive Sprosse aus der Rinde hervorkommenden und auf Querschnitten ganz vom Rindengewebe umwachsenen Sprosse werden normal in der Achsel eines Blattes angelegt und zwar sind es bei den untersuchten Pflanzen accessorische Achselsprosse in größerer Anzahl. Nach Abfallen des Blattes vermehrt die Rinde sich reichlich unter Kork und Borkenbildung. Das Rindengewebe schwillt an und indem es an allen Seiten sich über die Sprosse erhebt, werden diese ganz von demselben bedeckt. Das Gewebe verwächst und man hat den Eindruck als ob endogen entstandene Sprosse vorlägen.

Es sind also diese letztgenannten Erscheinungen von den eigentlichen Adventivbildungen zu trennen und scheint es am angemessensten den schon von Hartig für dieselben gewählten bezeichnenden Namen „schlafende Augen“ beizubehalten.

Die schlafenden Augen können lange eingeschlossen bleiben. Trotzdem behält aber der Zellcomplex, welcher den Spross bildet, die Kräfte, welche ihm eigentümlich sind und vermag nach sehr langer Zeit, wenn ihm durch Reissen der Rinde ein Ausweg geboten ist, sich normal, wie ein eben angelegter zu entwickeln.

Fragen wir jetzt in welcher Beziehung die Adventivbildungen zu den normalen stehen, so ergiebt sich, dass ein durchgreifender Unter-

schied der normalen und adventiven Bildung eigentlich nur in Bezug auf den Ort vorhanden ist, da die entwicklungsgeschichtliche Differenz später verschwindet.

Während der Ort der normalen Bildung ein bestimmter ist, wechselt der Ort der entsprechenden adventiven Bildung; bald liegt dieser auf dem Blatt, bald am Internodium, bald an der Wurzel.

Bei den natürlich entstandenen Adventivbildungen ist der Ort für die betreffende Species zwar auch ein constanter, aber dieser Ort ist immer ein anderer, als der des gleichnamigen normalen Gliedes. Der Ort des normalen Sprosses ist die Blattachsel, der des adventiven das Blatt, das Internodium, die Wurzel. Die normale Wurzel entsteht aus dem Embryo oder aus einer Wurzel als Verzweigung, die adventive aus einer Blattachsel, aus einem Blatt oder aus dem Internodium. Bei der künstlich erzeugten Adventivbildung ist der Ort nicht constant. Er ist abhängig von den jeweiligen äusseren Bedingungen und kann durch Regulirung desselben annähernd willkürlich bestimmt werden.

Bezüglich der Entwicklungsgeschichte entsteht das normale Glied stets aus einem Meristem, das adventive dagegen ist wechselnder Abstammung und entsteht nicht direct aus einem Meristem. Es kann aus Dauergeweben jeglicher Form hervorgehen oder aus einem sich neu bildenden Gewebe, dem Callus.

So ist zwar bei der ersten Anlage der adventiven Bildung gegenüber der normalen ein großer Unterschied vorhanden, da aber eben durch diese Anlage eines adventiven Gliedes und durch das folgende Wachstum das erzeugende Dauergewebe oder Callusgewebe wieder in ein Meristem übergeht, so muss der Unterschied zwischen adventiver und normaler Bildung immer mehr verschwinden und es bleibt schließlich im fertigen Zustand für die Unterscheidung kein anderes Merkmal übrig als der Ort.

Ich hielt das vorhandene Material noch nicht für genügend um den auf dies Merkmal basirenden Begriff der Adventivbildung endgültig anzunehmen.

[Ich glaube, dass vielleicht der etwas unklare Begriff Adventivbildung ganz aufgegeben werden kann. Die Bildungen würden besser als „intercalare Bildungen“ bezeichnet. Dadurch würde namentlich die Schwierigkeit der Unterscheidung normaler und adventiver Wurzeln beseitigt.]

A. Hansen (Erlangen).

Ueber die Fortpflanzungsverhältnisse bei Spongien.

Von

Dr. G. C. J. Vosmaer.

(Haag, Holland.)

Dr. M. Braun aus Dorpat veröffentlichte im Zool. Anzeig. 1881 Nr. 82 S. 232—234 die Resultate einer Untersuchung an Halisarca lobularis O. S. Es zeigte sich, dass dieser Schwamm hermaphroditisch sei. Bekanntlich hat aber F. E. Schulze in seiner Monographie der Gattung Halisarca die Ansicht ausgesprochen, dass H. lobularis sicher, H. Dujardini wahrscheinlich, getrennten Geschlechts seien. Später fand Metschnikoff (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXII p. 352), dass H. Dujardini im Gegenteil hermaphroditisch sei. Wie erwähnt, ist nun Braun für H. lobularis O. S. zum gleichen Schlusse gelangt, betont aber ausdrücklich, dass „durch diesen Fund die Schulze'sche Mitteilung weder in Frage gestellt, noch umgestoßen wird." Ich glaube, dass diese vielleicht etwas befremdende Behauptung ganz richtig ist, denn eine Vergleichung der Tatsachen, welche bis jetzt bei verschiedenen Spongien bekannt sind, zeigt uns deutlich, dass die Geschlechtsdifferenzirung bei Schwämmen nicht weit fortgeschritten ist.

Einmal sehen wir neben geschlechtlicher Fortpflanzung auch ungeschlechtliche Vermehrung durch Knospen. Bei Halisarca z. B. sind von Schulze (Zoolog. Anzeiger Nr. 44) eigentümliche „Brutknospen" entdeckt; von Tethya haben Schmidt, Selenka, Desrö u. A. die Knospen beschrieben und abgebildet. Schulze fand sonderbare, noch nicht genauer untersuchte „sporenartige Fortpflanzungskörper" bei Aplysina aërophoba. Dass Spongien gelegentlich selbst mittels einfacher Teilstücke künstlich fortgepflanzt werden können, hat zuerst Oscar Schmidt für den gewöhnlichen Badeschwamm (Euspongia officinalis) bewiesen. (Vergl. auch von Marenzeller in: Verh. d. zool.-botan. Gesellsch. in Wien, Jahrg. 1878).

Nachdem hauptsächlich durch Schulze's glänzende Untersuchungen das Vorkommen von Spermatozoiden bei den Spongien festgestellt war, sind von verschiedenen Forschern dergleichen Gebilde beobachtet worden, entweder mit Eiern zusammen in einem Individuum, oder in bestimmt männlichen Stöcken. — Merkwürdigerweise können beide Formen bei ganz nahe verwandten Gattungen und sogar Arten vorkommen. Aplysilla sulfurea F. E. S. ist getrennten Geschlechts, während eine ihr sehr nahe stehende Form, (vielleicht nur eine Varietät) hermaphroditisch ist (Schulze). Ebenso ist Hircinia variabilis F. E. S. mutmaßlich eingeschlechtlich, während H. spinocula (O. S.) F. E. S. zweigeschlechtlich ist. Uebergänge zwischen beiden, teilweise Proterandrie, sind gefunden bei Halisarca lobularis O. S.

und bei Aplysilla sulfurea F. E. S. Nur bei einer Spongie, Chalinula fertilis Kell. ist zwischen ♂ und ♀ ein äußerlicher Unterschied wahrgenommen. Keller giebt an (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXIII), dass während der Geschlechtsreife der sexuelle Dimorphismus ausgeprägt sei. Ich habe im vorigen Winter in der zoologischen Station Neapel verschiedene dieser Chalinulae untersuchen können. Die Exemplare stammten alle von denselben Lokalitäten, von welchen auch Keller sie erhielt, und waren nach den mir gemachten Angaben auch dieselben Tiere, an denen Keller seine Untersuchungen angestellt hat. Leider konnte ich keine zweifellosen Spermatozoiden finden, womit aber keineswegs gesagt sein soll, dass diese nicht vorkommen. Dagegen muss ich hervorheben, dass ich sowol in starken, massigen, wie in gracilen, in ockergelben, wie in rosa gefärbten Exemplaren Eier gefunden habe. Ob der Geschlechts-Dimorphismus hier also wirklich existirt, muss ich dahingestellt sein lassen.

Alles in Allem scheint mir Braun's Annahme, dass ein und dieselbe Schwammspecies getrennten Geschlechts sein kann und gelegentlich hermaphroditisch, ganz plausibel. Wie auch Braun hervorhebt, hat Kleinenberg bei Tubularia mesembryanthemum (Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXV. Bd. pag. 332) in jüngster Zeit dasselbe gefunden. A fortiori ist also dieser merkwürdige unbeständige Geschlechtszustand bei Spongien nicht unmöglich.

G. B. Ercolani, Dell' adattamento della specie all' ambiente: nuove ricerche sulla storia genetica dei Trematodi.

Memorie dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Serie IV. Bd. II.

Aus den ausgedehnten Untersuchungen des Verf. gehen einige Tatsachen hervor, welche, obschon zum Teil nicht ganz neu, manche Punkte der Biologie der Trematoden in ein besseres Licht bringen.

1) Aus dem rätselhaften Tetracotyle, der bekanntlich in Keimschläuchen verschiedener Trematoden schmarotzt, hat E. durch Verfüttern an Enten ein auf die Beschreibung von H. erraticum Duj. passendes Holostomum gezogen. Dieses Genus sollte demnach einen abweichenden Entwicklungscyclus durchlaufen.

2) In verschiedenen Helix-Arten fand E. sehr häufig äußerst zarte, verzweigte Keimschläuche eines Distomiden, zugleich verschiedene freie und eingekapselte unreife Distomen (einige dieser Distomen wurden im Darm von Tropidonotus natrix zu geschlechtsreifen D. allostomum). Im Einklang mit der bei den Hirten der Apenninen verbreiteten Ansicht, dass die Schafe durch das Fressen kleiner Landschnecken sich die Leberfäule zuziehen, vermutet Verf., dass in der-

artigen Mollusken auch wol die Brut von D. hepaticum enthalten sein möge, worüber weitere Versuche entscheiden werden.

3) Das Vorkommen zahlreicher Formen unreifer Distomen im Darme verschiedener Tiere (besonders von Nattern und Fröschen), wo sie selbst nach monatelangem Aufenthalt die Geschlechtsreife nicht erlangen, wird von E. auf Verirrung bezogen, da eine verfütterte Distomen-Larve sich verhältnißmässig leicht im Darme eines unpassenden Wirtes festsetzen und fortleben kann. Oft gehen die Würmer aber auch nach wenigen Tagen zu Grunde: manchmal bleiben sie am Leben ohne sich weiter zu entwickeln, und nur unter vollkommen günstigen Bedingungen kommen sie zur Geschlechtsreife. Manche Distomen sollen die Fähigkeit besitzen, in verschiedenen Wirten sich vollkommen auszubilden; sie nehmen dann auch bisweilen verschiedene Gestalten an (z. B. D. mentulatum, allostomum etc. bei Fröschen und Nattern).

4) Besonders wichtig scheint die Bestätigung der zuerst durch v. Baer gemachten Beobachtung, dass aus den Schwänzen der doppelschwänzigen Cercaria polymorpha (Bucephalus polymorphus v. B.) eigentümliche Sporocysten hervorgehen. Diese Angabe, die von Pagenstecher und Diesing als richtig anerkannt wurde, geriet später in Vergessenheit und wurde von Manchen sogar geleugnet. Ercolani's Untersuchungen beweisen nun, dass nicht nur bei der doppelschwänzigen C. polymorpha v. B., und C. bucephalus n. sp., sondern auch bei der gabelschwänzigen C. cristata de La Val., die Schwänze durch innere Knospung (bei C. bucephalus wurde auch äußere Knospung bemerkt) junge Keime produciren und sich in diesem Zustande sogar ablösen und als selbstständige Tiere weiter leben können. Diese Keimschläuche unterscheiden sich aber dadurch von allen andern Distomen-Arten, dass sie nicht direct Cercarien bilden, sondern kleine kuglige Keime, welche durch Bersten des Keimschlauchs im Leibe des Wirts frei werden und sich daselbst wiederum zu Cercarien entwickeln. Sehr frühzeitig erscheinen an solchen Keimen die Anlagen der beiden Schwanzspitzen. Leider sind von diesen interessanten Würmern sowol die geschlechtsreife Form als die Entwicklung aus dem Ei noch unbekannt.

Ref. scheint es, als ob solche Tiere eine Uebergangsstufe zwischen Cercarien- und Redien-Formen darstellten. Die aus dem flimmernden Embryo entwickelte Larve wäre also wahrscheinlich eine Cercarie, besäße aber im ursprünglich als Ruderorgan ausgebildeten Schwanze einen Keimstock, welcher nur kleine sich außerhalb des Mutterorganismus entwickelnde Keime producirte. — Denken wir uns den Schwanz, die Saugnäpfe und den Darmkanal nach und nach rückgebildet, die keimende Stelle der Körperwand auf einen Teil des Rumpfes übertragen und zugleich die Möglichkeit gegeben, dass sich die Keime im Mutterleibe weiter entwickeln, so haben wir vor uns eine Redie

oder sogar eine Sporocyste, wie solche gewöhnlich im Entwicklungskreise der Distomen vorkommen. — In der Formentwicklung der Keime von C. bucephalus und cristata scheint Ref. manches darauf hinzudeuten, dass die hintere, größere (darmlose) Abteilung des Leibes mancher Redien dem Schwanzteile unserer Cercarien entspräche. Sollte diese Vermutung sich später als richtig erweisen, so würden möglicherweise die beiden seitlichen Zipfel solcher Redien die beiden Schwanzspitzen der Cercarien vorstellen. — Aus den erwähnten Beobachtungen ginge noch hervor, dass Cercarien und Keimschläuche morphologisch gleichwertige Organismen sind, welche nur im Laufe ihrer Entwicklung sich verschiedenartig ausgebildet haben. Dasselbe war aber bereits durch die gleichzeitige Bildung von Cercarien und Keimschläuchen in einer und derselben Amme nachgewiesen.

C. Emery (Bologna).

C. D. Wallcott, The trilobite: new and old evidence relating to its organisation.

Bulletin of the Museum of Comparat. Zool. of the Harvard College. Cambridge 1881. March.

Vorliegende Arbeit bringt uns den Schluss ausgedehnter und während sieben Jahren mit ausdauerndem Fleiss fortgesetzter Untersuchungen über den Bau jener wichtigen und doch bis jetzt räthselhaft gebliebenen ausgestorbenen Gliedertiere, welche die Küsten der sibirischen Meere in großer Anzahl bewohnten.

Es wurden diese Fossilien gewöhnlich nur in solchem Zustand gefunden, dass die dorsale Seite des harten Rückenschildes allein sichtbar blieb, während die untere Fläche und die für die Systematik so wichtigen Gliedmaßen von der Gesteinsmasse verhüllt waren. Deshalb war die systematische Stellung der Trilobiten einigermaßen eine hypothetische, weil die bestimmenden Charaktere nicht untersucht werden konnten. Es waren verschiedene Ansichten ausgesprochen worden. Mit Linné, betrachteten Burmeister und die meisten Zoologen die Trilobiten als eine mit den Branchiopoden verwandte Abteilung der Krebse; Andere legten mehr Gewicht auf eine äußere Aehnlichkeit mit Isopoden. Demnach sollten sie Antennen besessen haben und nach der ersteren Ansicht noch platte Schwimmfüße. — Eine gewisse Verwandtschaft mit der jetzt lebenden Gattung Limulus war Burmeisters Scharfblick nicht entgangen: dieselbe trat aber erst dann in den Vordergrund, als die Entwicklung der amerikanischen Limulus untersucht und ihre Larvenformen entdeckt worden waren, welche in der dorsalen Ansicht mit den fossilen Trilobitenschalen große Aehnlichkeit zeigten. Die jüngeren Zoologen betrachteten dann die Trilobiten

als eine ausgestorbene Sippe der sonst sehr alten Abteilung der Poecilopoden. Als Poecilopoden sollten sie antennenlos und mit Gehfüßen versehen sein, deren Basalglieder als Kauwerkzeuge fungirten. — Die Entscheidung der Streitfrage hing also ganz und gar von der Entdeckung der unbekannten Gliedmassen ab.

Im Jahre 1870 beobachtete zuerst Billing an einem amerikanischen Asaphus Spuren von Gehfüßen; nicht viel später wurde Walcott durch die Entdeckung eines reichhaltigen Lagers vorzüglich conservirter Trilobiten im (silurischen) Trenton-Limestone und durch die mühevolle Untersuchung vieler Exemplare, welche in feine Schliffe zerlegt wurden, in den Stand gesetzt, nicht nur über die Anwesenheit der Gehfüße alle Zweifel zu heben, sondern auch die Zahl und die Beschaffenheit sämmtlicher Gliedmaßen, wenigstens bei einer Art (Calymene senaria) festzustellen und die untere Ansicht des Tiers zu reconstruiren.

Es ergab sich, dass die Trilobiten wegen der Abwesenheit von praeoralen Gliedmaßen (Antennen) und der Beschaffenheit der vorderen Beinpaare zur Klasse der Poecilopoden gehören, in welcher sie eine besondere Abteilung bilden. Sie unterscheiden sich von den ausgestorbenen Eurypteriden sowol als von den fossilen und lebenden Xiphosuren durch die mangelnden Ocelli, durch den Besitz von nur vier Paar die Mundöffnung umgebender Gehfüßen, sowie durch das Vorhandensein von je einem Paar mit mannigfachen Kiemenanhängen versehener Gehfüße an jedem Thoracal- und Abdominalsegment.

C. Emery (Bologna).

H. Alleyne Nicholson, On the structure and affinities of the genus Monticulipora and its sub-genera.

Edinburgh and London 1881. Blackwood and Sons. 240 S. 6 Tafeln.

Es ist eine der schwierigsten Gruppen unter den so mannigfach gedeuteten tabulaten Korallen, welche Nicholson in seinem neuesten Werke monographisch behandelt, nachdem er früher die ganze Abteilung der palaeozoischen Tabulaten einem vergleichenden Studium unterzogen hatte (On the structure and affinities of the tabulate corals of the paleozoic period. Edinburgh 1879). Bekanntlich finden einzelne Gruppen der Tabulaten Milne Edwards' heute an ganz verschiedenen Stellen des zoologischen Systems ihre Stellung. Während wir aber mit Moseley die Milleporiden mit Sicherheit zu den Hydrozoen, die Helioporiden mit einiger Wahrscheinlichkeit zu den Octactinien zählen, begegnen wir hinsichtlich der Chaetetiden sehr widersprechenden Meinungen. Gegen die von Rominger und Lindström vertretene Ansicht (die auch Zittel in seinem Lehrbuch der Palaeonto-

logie acceptirt hat), nach welcher die Chaetetiden Bryozoen seien, äußerte sich Nicholson schon 1879 in seinem Werke über die tabulaten Korallen der palaeozoischen Epoche sehr eingehend, indem er den Umfang von Chaetetes auf jene Typen beschränkt, welche vorspringende Längsleisten im Innern der Zellen aufweisen und häufig in der Steinkohlenformation auftreten, während die äußerlich ähnlichen Monticulipora-Typen, die in älteren palaeozoischen Schichten aufzutreten pflegen, von ihm genauer umgrenzt und in mehrere Subgenera zerlegt werden. Dybowski hatte 1877 (Die Chaetetiden der ostbaltischen Silurformation. Verhandlungen d. k. russischen mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg) die Aehnlichkeit der Chaetetiden mit den Bryozoen zwar zugegeben, aber diejenige mit den Favositiden für nicht minder bedeutungsvoll erachtet, so dass er sich veranlasst sah, die wahre Natur der Chaetetiden für noch zweifelhaft zu erklären. Die von N. später unter Monticulipora zusammengefassten Formen schied Dybowski in zwei Gruppen, von welchen die erste dünne, strukturlose Zellwände aufweist, während bei der zweiten die Wände dick und lamellös sind, wobei die Lamellen, aus welchen die Wände benachbarter Röhren aufgebaut sind, unter einem spitzen, nach aussen gerichteten Winkel zusammenstoßen. N. zeigt im ersten Kapitel seiner Monographie über Monticulipora, dass Dybowski ein viel zu beschränktes Material untersuchte, als dass er zu richtigen Schlüssen hätte gelangen können. Die Einwendungen, welche gegen Dybowski's Terminologie erhoben wurden, sind größtenteils nicht blos formaler Natur. So tadelt N. die Bezeichnung „Polypit" für die Einzelindividuen, da sie von englischen Autoren nur dann angewendet wird, wenn es sich um Hydrozoen handelt; ferner die Bezeichnung „Wandröhrchen" oder „Porenkanäle" für jene kleineren, umgestalteten Individuen, welche bei manchen Monticuliporoiden die größeren Kelche umstehen („spiniform corallites" Nich.). Auch die feineren Röhrchen, welche zwischen den größeren Zellen auftreten, dürfen nicht als „Coenenchym" betrachtet werden: N. bezeichnet sie als „interstitial corallites" und vergleicht sie jenen bei Heliopora und Heliolites. Dass bei so wesentlicher Meinungsverschiedenheit hinsichtlich der wichtigsten Organisationsverhältnisse N. sich veranlasst sieht, die von Dybowsky versuchte Systematik und die von ihm wieder hervorgesuchten ältern Gattungen Dianulites und Orbipora Eichwald's abzulehnen, ist selbstverständlich. —

Im zweiten Kapitel des vorliegenden Werks finden wir den Bau von Monticulipora eingehend geschildert, der Reihe nach werden Form des Korallenstocks, Struktur der Zellwände, „spiniform corallites", Dimorphismus der Kelche, Böden, Septa und Pseudosepta, und endlich die bei einigen Formen auftretenden Epithecal- und Opercular-Gebilde erörtert. Die Stücke von Monticulipora sind entweder massig, scheibenförmig, ästig oder blättrig und inerustirend. Die Scheidewand

zwischen zwei Zellen ist doppelt und erscheint im Querschnitt durch eine dünne dunkle Linie getrennt, wie bei Monticulipora pulchella u. a. A. In anderen Fällen aber, wie bei Monticulipora petropolitana, ist die Wand zwischen zwei Zellen dünn und anscheinend strukturlos, so dass sie von Dybowski auch für einfach gehalten wurde. Bei Formen mit sehr dünnen Wänden, z. B. Monticulipora undulata, kann man indess an rauhen Brüchen leicht beobachten, dass jedes Individuum sich mit seiner eigenen Wand von dem benachbarten trennt, so dass die Zusammensetzung der Scheidewände aus zwei den benachbarten Zellen angehörigen Elementen tatsächlich bestätigt erscheint. Von größtem Interesse ist endlich eine dritte Gruppe von Monticuliporen, bei welcher die dicken Scheidewände keine Trennungslinie zwischen den Wänden benachbarter Zellen aufweisen, sondern einen breiten, mit hellerer Substanz (Sclerenchym) erfüllten Zwischenraum, der die dunkleren Mauerblätter trennt (z. B. Monticulipora ramosa und rugosa). Während Nicholson die bisher angeführten Structurverhältnisse an Querschnitten erläutert, erörtert er die Entstehung der auch von Dybowski bemerkten lamellösen Structur der Zellwände, die bei gewissen Monticuliporoiden an dem äussern Teile der Stöcke eintritt, an Längsschnitten, und bezeichnet diese Bildung als eine sekundäre Ablagerung von Sclerenchym. Wandporen hat Nicholson nie beobachtet. Nach kurzen Bemerkungen über die an der Oberfläche der Monticulipora-Stöcke auftretenden Bildungen erörtert N. eingehend die „spiniform corallites“ und den Dimorphismus der Einzelindividuen, welch letzterer zwar den Palaeontologen lange bekannt gewesen sei, doch nur insoweit, als man die kleineren und größeren Zellröhren unterschied, die ersteren aber als Coenenchymbildungen betrachtete, während nunmehr dieselben als veränderte Einzelindividuen (interstitial corallites) zu betrachten seien. So wichtig das Vorhandensein oder Fehlen eines Dimorphismus der Zellen und der spiniform corallites sei, und so leicht man die Monticuliporoiden nach diesen Merkmalen in Gruppen bringen könne, so dürfe man doch dieses Verhältniss nicht allein zur Basis einer natürlichen Systematik wählen. Die Böden fehlen den Monticuliporen nie, sie sind nur bisweilen (wie bei M. irregularis) auf ein Minimum reducirt, in der Regel aber stark entwickelt, meist vollständig, nur in einigen Fällen in eigentümlicher Weise unvollständig. Bei dimorphen Stöcken sind die engeren Zellen durch vollständige und eng stehende Böden ausgezeichnet. Septa und Pseudosepta treten nie auf, nur finden sich zuweilen Vorragungen der Zellwände, welche von den „spiniform corallites“ verursacht werden. Ein Epithecal-Gebilde tritt nur bei scheibenförmigen Stöcken an der ebenen oder concaven Unterseite auf, und zeigt dann concentrische oder radiale Skulptur. Endlich werden die Opercularbildungen besprochen, die als eine dünne Kalkmembran in verschiedener Entwicklung und Ausdehnung sich finden. Bisweilen, wenn kleinere Zell-

röhren gruppenweise auftreten, und die sogenannten „Maculae“ bilden, erscheinen dieselben gedeckelt, in andern Fällen sind alle kleineren Individuen geschlossen (so bei Fistulipora aber nicht bei den echten Monticuliporen), bisweilen sind endlich, ganz wie bei gewissen Favositiden (Favosites clausa und F. Forbesi) gewisse Kelche am Schlusse ihrer Ausbildung gedeckelt (so bei Monticulipora O'Nealli).

Im dritten Kapitel bespricht N. die Entwicklung, die Verwandtschaft und systematische Stellung der Monticulipora. Hinsichtlich der ersteren tritt er sehr ausführlich den Ansichten Lindström's entgegen, nach welchen Ceramopora ein Entwicklungszustand von Monticulipora wäre, und widerlegt so die Anhaltspunkte für die Stellung der Monticuliporen zu den Bryozoen. Er sieht sich jedoch veranlasst auch den Bau der recenten Heteropora neozelanica Busk näher zu erörtern und zur Vergleichung heranzuziehen. Das Resultat derselben ist, dass nur äussere und täuschende Aehnlichkeiten aber keine wahre Verwandtschaft zwischen beiden Formen vorliegen. Die innigsten Beziehungen sind hingegen zu echten Korallen und zwar zunächst zu den Helioporiden vorhanden. Nicholson betrachtet daher die Monticuliporiden als eine alte Gruppe der Alcyonaria, — das einzige Verhältniss, welche sie scharf von Heliolites und seinen Verwandten trenne, sei die Abwesenheit jener Bildungen, welche Moseley bei Heliolites als Pseudosepta erkannt hat.

Im vierten Kapitel wird die Verschiedenheit von Monticulipora und Chaetetes, Stenopora, Tetradium, Ceramopora und Heterodictya erörtert, während im fünften die Unterabteilungen der Familie der Monticuliporidae gebildet werden. N. will vier Gattungen anwenden: Fistulipora M'Coy, Constellaria Dana, Dekaya Edwards u. Haime und Monticulipora d'Orbigny. Die letzte Gattung hätte in vier Subgenera: Heterotrypa, Diplotrypa, Monotrypa und Prasopora zu zerfallen. Der monographischen Schilderung der Arten, welche diesen Untergattungen angehören, sind die vier folgenden Capitel gewidmet. Im Anhang erörtert N. die von Dybowski als Trematopora und Dittopora geschilderten Formen.

So großes Interesse die ausserordentlich eingehenden Detailschilderungen auch für jene Palaeontologen haben könnten, die sich in der Lage sehen, sich mit der von N. so ausführlich geschilderten Gruppe der Monticuliporen zu beschäftigen, müssen wir doch von einer Besprechung der im speciellen Teile des Werks gebotenen Fülle von Originalbeobachtungen absehen. Nur auf den Wert der ungemein zahlreichen Illustrationen, welche vorwaltend Vertikal- und Tangential-Schnitte in verschiedener Vergrößerung darstellen, sei noch hingewiesen.

Durch die besprochene Monographie wird unstreitig ein sehr wertvoller Beitrag zur Erkenntniss der wahren Natur einer sehr schwer zu deutenden Gruppe der aufgelassenen Tabulaten geliefert. Die von

Manchen behauptete Bryozoen-Natur der Monticuliporoiden erscheint als ein überwundener Standpunkt und die wahre Verwandtschaft mit Heliolites und anderen echten Corallen, welche Moseley zu seinen Helioporiden rechnet, als unzweifelhaft erwiesen. Ob freilich die gesammten Helioporiden und mit ihnen auch die Monticuliporoiden zur Gruppe der recenten Alcyonaria zu bringen sind, ist eine andere Frage, welche hier nicht erörtert werden kann. Referent möchte nur bemerken, dass zwischen der durch Moseley unzweifelhaft als Alcyonarie erwiesenen recenten Heliopora coerulea und jenen Formen der mesozoischen Formationen, welche zu Heliopora gestellt wurden (z. B. Heliopora Partschi Reuss aus der Gosauformation) bedeutende Unterschiede obwalten, die noch übertroffen werden von jenen, die zwischen diesen jüngeren Helioporiden und den palaeozoischen Helioliten zu beobachten sind. Es handelt sich hier vielleicht um Formen, die wol täuschende Aehnlichkeit, aber keine wahre Verwandtschaft besitzen.

R. Hoernes (Graz).

Die augenähnlichen Organe der Fische.

Anatomisch untersucht

von

Dr. Franz Leydig,

Professor an der Universität zu Bonn.

Mit 10 Tafeln. Bonn, E. Strauss 1881.

Schon die älteren italienischen und französischen Ichthyologen, wie Cocco, Risso, delle Chiaje, Bonaparte, Cuvier u. A. waren bei einer Anzahl Gattungen aus den kleinen im Ganzen den Salmoniden nahestehenden Familien der Scopeliden, Sternoptychiden und Stomiatiden auf eigentümliche silberglänzende Punkte aufmerksam geworden, welche in regelmäßiger Weise in Streifen, Zügen und Gruppen angeordnet, Rumpf und Kopf dieser zierlichen Fischchen schmücken. Nachricht über den Bau und die Funktion dieser Organe erhielten wir aber erst durch R. Leuckart[1]), welcher auf der Giessener Naturforscher-

1) Eigentümlich bleibt, dass Kölliker, welcher die Haut von Chauliodus und Stomias seiner Zeit frisch zu untersuchen Gelegenheit hatte, (Verhandl. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg VIII. 1858 p. 28 und Zeitschr. f. wiss. Zool. IV, 1853, p. 366), über die „Augenpunkte" nichts meldet. Die von ihm dort beschriebenen „Nervenkörperchen" aus der Cutis haben mit unsern Organen wol sicher nichts zu tun. (Ref.)

versammlung (1864) sie für „mutmaßliche Nebenaugen“ erklärte. Trotz des erhöhten Interesses, welches unsere Organe dadurch für sich in Anspruch nehmen durften, ruhte bei der Schwierigkeit der Materialbeschaffung — die Scopeliden und Sternoptychiden scheinen fast alle Tiefseefische zu sein (vgl. v. Willemoes-Suhm, Challenger-Briefe VI., Zeitschr. f. wiss. Zool. XXVI. 1876) — die Angelegenheit doch bis in die jüngste Vergangenheit, wo fast gleichzeitig von zwei verschiedenen Seiten, von Ussow und von Leydig Untersuchungen über diese augenähnlichen Organe veröffentlicht wurden (Ussow, Bull. soc. imp. natural. Moscou 1879 und schon früher in Arbeiten d. S. Petersburgischen Gesellsch. d. Naturforsch. IV 1874, Leydig. im Arch. f. Anat. u. Physiol. 1879). Ussow erklärte bei einem Teil der von ihm untersuchten Arten die fraglichen Flecken mit aller Bestimmtheit für Sehorgane, ein anderer Teil dieser Augenflecken sei dagegen, trotzdem ein Ausführungsgang nicht nachgewiesen werden konnte, als drüsige Organe zu betrachten. Auch Leydig, dessen Untersuchungen sich damals nur auf den Chauliodus beschränkte, neigte sich der Annahme zu, dass diese Organe lichtempfindender Natur seien, er machte aber schon damals darauf aufmerksam, dass sie morphologisch wenigstens mit den Hautsinnesorganen anderer Fische nichts zu thun hätten, insofern es sich hier um Anhangsgebilde der Cutis, dort um rein epitheliale Differenzirungen handelte. Sollte indessen die Frage nach der morphologischen und physiologischen Bedeutung dieser eigentümlichen Gebilde ihrer Lösung näher gebracht werden, so konnte es nur auf dem Wege geschehen, welcher in vorliegender Arbeit zum ersten Male betreten worden ist, dem vergleichend anatomischen. Leydig hat jetzt 10 Arten von Scopeliden und Sternoptychiden mit Augenpunkten untersucht, welche mit den früher von ihm und Ussow untersuchten Arten sich so gut ergänzen, dass jetzt wohl alle wichtigeren derartig ausgezeichneten Gattungen auch anatomisch bekannt sein dürften. Auf Grund des ihm jetzt vorliegenden Materials bringt L. die „Augenpunkte“ anatomisch in drei verschiedene Gruppen, nämlich 1) die „augenähnlichen Organe“, welche sich bei den Sternoptychiden finden (incl. der nur von Ussow untersuchten Gattungen, da dessen drüsenähnliche Organe nicht anerkannt werden), 2) die „glasperlenähnlichen“, 3) die Leuchtorgane, letztere beide auf Scopelus beschränkt.

1) Die „augenähnlichen Organe“, welche sich an den verschiedensten Stellen im äußern Integument, vielfach aber auch in der Mund- und Kiemenhöhle finden, sind runde Säckchen, deren äußere Mündung sich in der Mehrzahl der Fälle in einen längeren oder kürzeren Hals auszieht. Sie sind äußerlich von einer braunen Pigmenthülle umgeben, welche bisweilen den Eindruck eines polygonalen Plattenepithels macht, aber doch nur aus Bindegewebezellen besteht. Dann folgt nach innen eine Flitterschicht und dann der wichtigste Bestandteil,

der „graue Innenkörper." Der letztere entspricht in seiner Form der Form des ganzen Organs, lässt also auch eine Ampulle und einen Halsteil unterscheiden und ist durch eine Anzahl radiärer Scheidewände in Fächer geteilt, in welchen die zelligen Elemente liegen.

Diese Zellen, welche allerdings „bisweilen lebhaft an die Krystallkegel im Auge der Arthropoden erinnern", sind verschieden gestaltet, meist aber konisch geformt mit breiter Basis und einem einwärts ragenden, das Licht stark brechenden, schmalen Stil. Der Nerveneintritt findet immer in der Nähe des Halses statt, das Ganze wird von einem „Lymphraum" zugedeckt.

2) Die „glasperlenähnlichen" Organe unterscheiden sich nun von den augenähnlichen hauptsächlich durch ihre schüsselförmige Gestalt und die abweichende Beschaffenheit des Innenkörpers, welcher aus einem gallertigen Bindegewebe mit „zarten, strahligen Zellen, die ein Netzwerk erzeugen" besteht.

3) Die „Leuchtorgane" endlich finden sich nur am Kopf und Schwanz von einigen Scopelus-Arten und sind im Wesentlichen wie die glasperlenähnlichen gebaut, nur dass sie keine Schüsselchen, sondern flachere „Flecken" darstellen.

Dies ist der tatsächliche Befund, auf Grund dessen L. behauptet, dass wir es in keiner der drei Kategorien weder mit Augen, noch überhaupt mit Sinnesorganen zu tun haben. Sind die L.'schen Beobachtungen — woran wol nicht zu zweifeln — im Wesentlichen richtig, so werden sich auch wol gegen diesen Schluss kaum Einwendungen machen lassen. Anders ist es mit der neuen Deutung, welche er versucht, wonach die glasperlenförmigen Organe elektrische oder pseudoelektrische Apparate wären; denn da wir die feineren Endigungsweisen der Nerven noch nicht kennen, so beruht diese Deutung, so scharfsinnig sie auch ist, tatsächlich nur auf der Aehnlichkeit des gallertigen „Innenkörpers" mit einem Kästchen der elektrischen Organe. L. betrachtet diese Schüsselchen gleichsam als Glied einer Differenzirungsreihe, welche von den Savi'schen Bläschen des Zitterrochens zu den ächten elektrischen Organen führt, während eine zweite Reihe von den „augenähnlichen" Organen ausgeht und in den von ihm bei Menopoma und Salamanderlarven entdeckten Apparaten (Arch. f. mikr. Anat. XII 1876 p. 523) endigt. Jedenfalls ist mit dieser Deutung eine Fragestellung gegeben, welche der glückliche Nachfolger, der frisches Material mit feinen histologischen Methoden in Angriff nehmen kann, nicht unbenutzt vorübergehen lassen darf.

In Bezug auf das Leuchten der betreffenden Organe bemerkt L. richtig, dass man unterscheiden müsse zwischen der durch die Flitterschicht (analog dem Tapetum) bewirkten Reflexion fremden Lichtes und der selbständigen Lichterzeugung, dem Phosphoresciren. Letzteres ist bisher nur einmal und zwar von v. Willemoes-Suhm an einem Scopeliden bemerkt worden (Challenger-Briefe VI. Zeitschr. f. wiss.

Zool. XXVI. 1876)[1]). Sollten aber die genannten Organe oder wenigstens der größte Teil wirklich phosphoresciren, so würde das gegen sonstige Funktionen nichts beweisen, da es im ganzen Tierreich keine eigentlichen „Leuchtapparate" giebt, d. h. Organe oder Zellen, deren einzige Funktion das Leuchten wäre. Die Fähigkeit zu leuchten kommt vielmehr den verschiedensten Zellen zu [Ganglienzellen, Zellen der Geschlechtsorgane, Fettkörper der Insekten, selbst den gelegten Eiern noch bei Lampyris (bei den Ctenophoren Eiern und jungen Larven, vgl. Chun, Ctenophoren d. Golfes von Neapel S. 195)], welche alle nur den Besitz von Fetttröpfchen gemeinsam haben, die in letzter Instanz als die Quelle des Leuchtens zu bezeichnen wären. [Ausser dieser neuen an Zellen gebundenen Phosphorenz scheint es noch eine andere Quelle des Leuchtens im Tierreich zu geben, die Absonderung leuchtenden Schleims auf der Hautoberfläche. Das auch von L. erwähnte Leuchten gewisser Batrarchier möchte wol eher in diese Kategorie gehören, als wirklich eine Parallele zu dem Leuchten der Milch von Euphorbia phosphorea bilden, weiter ist anzuführen das Leuchten gewisser Pennatuliden (Kölliker, Alcyonarien S. 326) und endlich scheint Referenten auch das bei Regenwürmern beobachtete Leuchten (Cohn, Zeitschr. f. wiss. Zool. XXIII 1873) wol nur so erklärt werden zu können.]

J. Brock (Erlangen).

Klein, Histological notes.

(Quarterly Journal of microscopical Science. 1881, Nr. 82 S. 231).

Bekanntlich flimmert bei Reptilien, Amphibien und Fischen ein Teil des Nieren-Epithels, namentlich im Hals des gewundenen Harnkanälchens. Klein hat auch in der Niere der Säugetiere nun Flimmerepithel entdeckt. Vorläufig nur bei weissen Mäusen, nur an Alkohol-Präparaten (methylated alcohol), und es ist Bewegung der Cilien daher noch nicht constatirt. Demnoch kann nicht der mindeste Zweifel bestehen, dass das Flimmern eines durch die Entwicklungsgeschichte hiefür bezeichneten Abschnitts des gewundenen Harnkanälchens für alle Wirbeltiere, auch für die Säuger eine constante Erscheinung ist. Klein sagt in der vorliegenden Notiz nur, dass ein kleinerer oder größerer Abschnitt des Anfangsteils des gewundenen Harnkanälchens, welchem letzteren 0,032—0,041 mm. Dicke zugeschrieben wird, inwendig

1) Worauf gründet sich die Angabe von Carus (Lehrb. d. Zoologie, Bd. 1 S. 562 Anm.), wonach Günther zuerst an lebenden Scopelinen das Phosphoresciren gesehen hätte? (Ref.)

mit 0,0036—0,005 mm. langen, sehr feinen und auch wol zusammengeklebten Cilien versehen sei. Mitunter erstrecke sich das Flimmer-Epithel auf einen Teil der konkaven Innenfläche der Kapsel des Glomerulus, wie es vom Frosch bekannt ist (vergl. des Ref. Allgemeine Anat. S. 246).

W. Krause (Göttingen).

Altes und Neues über Atembewegungen.

Von

J. Rosenthal.

(Fortsetzung.)

Die Frage, wo die Centralorgane gelegen seien, von denen die Erregungen der Atembewegungen ausgehen, ist sozusagen mehr eine anatomische als eine physiologische. Möglicherweise gibt es gar kein engbegrenztes Atemcentrum im Sinne von Le Gallois und Flourens. Für die Physiologie wäre das ganz gleichgiltig. Denn ob die betreffenden Organe nahe zusammen an einem beschränkten Orte des Körpers liegen, oder zerstreut über einen größeren oder kleineren Teil des Nervensystems — physiologisch bilden sie jedenfalls eine Einheit; sie werden gemeinsam in Tätigkeit versetzt, und es fragt sich nun, welche Einflüsse diese Tätigkeit bewirken.

Nach der Auffassung von Joh. Müller wäre diese, während des ganzen Lebens stetig stattfindende Tätigkeit der betreffenden Nervenzellen als eine immanente Eigenschaft derselben anzusehen, weshalb er sie als „automatische“ von andern, nicht in derselben Weise immer tätigen Nervenapparaten unterschied. Nach andern Physiologen aber, unter denen besonders Marshall Hall und Volkmann zu nennen sind, haben wir die Atembewegungen als reflectorische aufzufassen, indem irgendwo im Körper sensible Nerven gereizt und diese Erregungen auf die Atemnerven übertragen werden.

Ich habe an andern Orten (Die Atembewegungen und ihre Beziehungen zum N. vagus, Berlin 1862. Studien über Atembewegungen. 2ter Artikel, Arch. f. Anatomie und Physiol. 1865) den Nachweis geführt, dass die reflectorische Ursache der Atembewegungen nicht erwiesen, ja sogar im hohen Grade unwahrscheinlich sei. Wenn wir also auch anzunehmen haben, dass die Erregung des Atemcentrums in diesem selbständig entsteht, so folgt daraus doch nicht, dass wir uns bei der Müller'schen Auffassung beruhigen müssen. Wir können vielmehr sehr wol die Frage aufwerfen, welche Bedingungen erfüllt sein müssen, damit die Nervenelemente des Atemcentrums in Tätigkeit geraten, und wir können diese Frage sehr bestimmt beantworten.

Joh. Müller ging von der Voraussetzung aus, dass jene Nervenelemente, abweichend von andern, z. B. denen, welche die willkürlichen Bewegungen veranlassen, während des ganzen Lebens immer und unter allen Umständen tätig seien. Dem gegenüber machte ich darauf aufmerksam, dass es einen Zustand gebe, wo jene Elemente im Zustand der Ruhe verharren, obgleich sie schon die Fähigkeit haben, in Tätigkeit treten zu können. Ein menschlicher Fötus wird normaler Weise am Ende der 40ten Schwangerschaftswoche geboren; er kann aber ausnahmsweise in der 38ten, 36ten, 32ten Woche und früher geboren werden. Unmittelbar nach der Geburt beginnen die Atembewegungen. Nehmen wir nun ein Kind, welches in der 36ten Woche geboren wird. Wären die ganz zufälligen Umstände nicht eingetreten, welche die vorzeitige Geburt veranlasst haben, so würde das Atemcentrum noch 4 Wochen lang untätig geblieben sein, trotzdem es doch, wie die Tatsache der Atmung nach der Geburt lehrt, schon vollkommen befähigt zu dieser Tätigkeit ist. In andern Fällen wieder verzögert sich die Geburt über die 40te Schwangerschaftswoche hinaus. Wenn das Kind nicht unterdessen abstirbt, so beginnen die Atembewegungen dennoch erst nach der Geburt; so lange es im Uterus bleibt, bleibt auch das Atemcentrum untätig.

Demgemäß spitzt sich die Frage, welche Umstände die Atembewegungen überhaupt veranlassen, zu der andern Frage zu, wodurch der erste Atemzug nach der Geburt herbeigeführt wird.

Auf diese Frage sind mancherlei Antworten gegeben worden. Die Abkühlung der Haut, der Reiz der Luft und andre ähnliche Umstände sollten eine Reizung sensibler Nerven bewirken und damit reflectorisch die Atembewegungen auslösen. Aber alles dies hält nicht Stich. Man hat Kinder in den unverletzten Eihüllen geboren werden sehen, und sie fingen innerhalb derselben an zu atmen. Man hat kreißende Säugetiere mit dem Unterleib in Wasser getaucht, welches auf Körperwärme erhalten wurde, und die in das warme Wasser gebornen Jungen fingen in demselben an zu atmen. Kurz, der Akt der Geburt allein, ohne jene Nebenumstände, genügt, die Atembewegungen einzuleiten.

Nun besteht ein durchgreifender Unterschied zwischen dem gebornen Tier und dem noch nicht gebornen im Uterus. Im letzteren existirt der Placentarkreislauf. Durch diesen kommt das Blut des Foetus fortwährend in Berührung mit dem mütterlichen Blut, und es muss ein Gasaustausch zwischen beiden stattfinden, so lange ein Unterschied in der Spannung der Gase beider Blutarten besteht. Da nun die Mutter durch ihre Atmung fortwährend Sauerstoff aufnimmt, so muss Sauerstoff aus dem mütterlichen Blut in das foetale übertreten, sobald das letztere ärmer daran ist als jenes.

Mit andern Worten, die Placenta ist einer Kieme zu vergleichen. Wie ein Fisch durch seine Kiemen Sauerstoff aus dem Wasser auf-

nimmt und Kohlensäure an dasselbe abgibt, so nimmt der Fötus Sauerstoff aus dem mütterlichen Blut auf und gibt Kohlensäure an dasselbe ab. So lange die Mutter atmet, wird durch diesen Akt der verbrauchte Sauerstoff immer wieder ersetzt, die abgegebne Kohlensäure nach außen entleert. Mithin kann eine fortwährende Strömung von Sauerstoff aus dem Blut der Mutter in das des Kindes und umgekehrt eine Strömung von Kohlensäure aus dem Blut des Kindes in das der Mutter stattfinden.

Dieser Gasstrom muss aber sofort eine Störung erleiden, sobald aus irgend einem Grunde der Placentarkreislauf unterbrochen oder geschwächt wird. Und gerade dies findet bei der Geburt statt. Wenn das Kind geboren wird, verkleinert sich der Uterus, die Gefäßgebiete der Placenta verengern sich, der Gasaustausch zwischen Mutter und Kind wird geringer. Demgemäß muss sich der Sauerstoffgehalt des kindlichen Bluts vermindern, sein Kohlensäuregehalt erhöhen. Wenn diese Veränderungen im Blutgehalt des Kindes einen gewissen Betrag erreicht haben, beginnt die Atmung.

Meine Erklärung für den ersten Atemzug des Neugebornen war also die, dass er bedingt sei durch eine gewisse Veränderung im Gasgehalt des Bluts, welche bei der Geburt notwendig eintreten muss.

Für diese Auffassung konnte ich eine ganze Reihe von Beobachtungen anführen. Zunächst die Fälle von Atembewegungen innerhalb des Uterus, welche besonders von Schwartz (Die vorzeitigen Atembewegungen. Ein Beitrag zur Lehre von den Einwirkungen des Geburtsaktes auf die Frucht. Leipzig 1858) gesammelt und klar gesichtet waren. Schwartz zeigte, dass Compression der Nabelschnur, Ablösung der Placenta, Tod der Mutter, kurz alle Umstände, welche den Placentarkreislauf in ähnlicher Weise verändern oder unterbrechen, wie der Geburtsact, in gleicher Weise die Atmung des Kindes einleiten. Zweitens machte ich darauf aufmerksam, dass alle Aenderungen im Gasgehalte des Blutes während des ganzen Lebens in ähnlicher Weise auf die Atembewegungen einwirken, indem Verminderung des normalen Gasaustauschs in den Lungen die Atembewegungen verstärkt, Vermehrung desselben sie vermindert. Drittens endlich zeigte ich, dass auch beim Erwachsenen die Atmung ganz aufgehoben werden kann, wenn man dem Blut Sauerstoff in hinlänglicher Menge zuführt.

Aus alle dem zog ich den Schluss, dass die nervösen Elemente des Atmungscentrums nicht ohne Weiteres vermöge ihrer Struktur immer tätig sein müssen, sondern dass diese Tätigkeit nur eintritt, wenn das Blut eine gewisse Beschaffenheit hat. Ueber diese Beschaffenheit konnte vor der Hand nur so viel saugesagt werden, dass das Blut nicht mit Sauerstoff gesättigt sein dürfe.

Dieser letztere Punkt hat eine besondere Streitfrage abgegeben, welche wir hier nur kurz erwähnen wollen. Bei den meisten Ein-

wirkungen, welche die Stärke der Atembewegungen verändern, wird gleichzeitig der Sauerstoffgehalt und der Kohlensäuregehalt des Bluts verändert. Verbindet man z. B. die Luftröhre eines Tiers mit einem Blasebalg und ventilirt die Lungen in ausgiebigem Maße, so kann man es dahin bringen, dass alle Atembewegungen aufhören. (Für diesen Zustand, welcher also dem des normalen Fötus entsprechen würde, habe ich den Namen Apnoe eingeführt). Dabei wird aber offenbar das Blut gleichzeitig sauerstoffreicher und kohlensäurearmer. Was ist nun die Ursache der Apnoe? Die Abnahme der Kohlensäure oder die Zunahme des Sauerstoffs? Ich nahm das letztere an und drückte mich demgemäß dahin aus, dass nicht vollkommen mit Sauerstoff gesättigtes Blut einen Reiz für die Ganglien des Atmungscentrums abgebe, sauerstoffgesättigtes Blut dagegen sie nicht errege. Diese Ausdrucksweise ist allerdings nicht exact und hat zu mancherlei Missverständnissen Anlass gegeben. Ich will jedoch hier noch nicht auf diese Seite der Frage eingehen, sondern zunächst nur untersuchen, in welcher Weise die Beschaffenheit des Bluts von Einfluss auf das Verhalten des Atemcentrums sein kann.

Dieser Einfluss kann nämlich offenbar ein unmittelbarer oder ein reflectorischer sein. Entweder wirkt das Blut auf diejenigen centralen Elemente, von denen die Erregung der Atemnerven und Muskeln ausgeht, oder es wirkt auf sensible Nerven und die von diesen zu den centralen Elementen hingeleitete Erregung wird auf die motorischen Nerven übertragen.

Für letztere Auffassung lässt sich vieles anführen. Sensible Nerven haben nachweislich großen Einfluss auf die Atembewegungen. Ob sie aber zum Zustandekommen derselben notwendig sind, ob, wie sich Volkmann ausdrückte, die Atembewegungen die Folge des Atembedürfnisses des ganzen Körpers seien, das ist doch noch fraglich. Sorgfältige Erwägung aller Umstände führte mich zu der Ueberzeugung, dass dem nicht so sei, dass es lediglich auf die Beschaffenheit des Bluts ankomme, welches in den Gefäßen des Gehirns enthalten ist, speciell in denen der Medulla oblongata als dem eigentlichen Sitz des Atmungscentrums, nach der damals noch unerschütterten und auch heute noch brauchbaren Annahme. Macht man ein Tier durch reichliche Lufteinblasungen in die Lunge apnoisch und verschliesst dann die zum Kopf gehenden Arterien, so beginnen die Atembewegungen nach kurzer Zeit, um wieder zu verschwinden, wenn man den Blutstrom in den Kopfgefäßen wieder freigibt. Hier hat sich im ganzen übrigen Körper nichts geändert, nur in den Kopfgefäßen ist die fortwährende Erneuerung des Bluts verhindert gewesen, damit aber zugleich die reichliche Zufuhr von Sauerstoff zu den nervösen Gebilden. Es lässt sich nun ferner nachweisen, dass die Unterbrechung des Blutstroms in den äußeren Teilen des Kopfes gar keinen Einfluss auf die Atembewegungen hat. Endlich kann man die Medulla oblongata soviel

als möglich von allen ihr von außen Reize zuführenden sensiblen Nerven abtrennen und dennoch dauern die Atembewegungen fort und sind noch in ihrer Stärke bestimmt durch den größeren oder geringeren Sauerstoffgehalt wie am unversehrten Tier. (Rosenthal, Studien über Atembewegungen, zweiter Artikel. Arch. f. Anat. und Physiol. 1865).

Der eben erwähnte Versuch knüpfte an die Versuche über die Ursache der Verblutungskrämpfe von Kussmaul und Tenner an. Diese Forscher hatten gezeigt, dass man gerade so wie bei Verblutung auch nach Verschluss der Kopfarterien allgemeine Krämpfe erhält. Ich habe nun darauf hingewiesen, dass diese Krämpfe auch identisch seien mit denen, welche bei Erstickung eintreten. In der Medulla oblongata gibt es ein sogenanntes „Krampfcentrum" d. h. eine Stelle, deren mechanische oder elektrische Erregung allgemeine, über den ganzen Körper verbreitete Krämpfe bewirkt. Dieses selbe Centrum gerät aber auch in Tätigkeit, wenn ein Tier verblutet, oder wenn es erstickt oder wenn man die Kopfarterien verschließt. Was ist nun das Gemeinsame an diesen drei Vorgängen? Dass kein Blut oder doch sehr sauerstoffarmes zu den Nervenelementen gelangt. Gerade so aber verhält sich auch unser Atemcentrum: es verharrt in Ruhe, wenn das die Nervenelemente umspülende Blut sauerstoffreich ist und seine Tätigkeit wird eine sehr stürmische, wenn das Blut sehr sauerstoffarm wird. Der einzige Unterschied ist der, dass das Atemcentrum schon bei sehr geringen Graden des Sauerstoffmangels im Blut in Wirksamkeit tritt, das Krampfcentrum erst bei höheren Graden. Wir können dies kurz so ausdrücken, dass wir sagen, das Atemcentrum sei leichter erregbar als das Krampfcentrum. Aber ein principieller Unterschied liegt darin nicht, nur ein gradueller.

Ganz in gleicher Weise verhalten sich aber auch andre „Nervencentra", welche von den Physiologen zu den „automatischen" gerechnet werden. Wo im tierischen Organismus auf die Durchschneidung eines Nerven das Aufhören einer Wirkung folgt, da schließen wir, dass dieser Nerv an seinem Ursprung eine Erregung empfangen habe; die Stelle, wo diese Erregung entsteht, nennen wir das Centrum des Nerven, und wenn diese Erregung ohne von außen einwirkende Ursachen stattfindet, so bezeichnen wir das Centrum als automatisches. Wie es uns aber gelungen ist, für das eine dieser Centren, das der Atembewegungen, die Erregungsbedingungen im Blute nachzuweisen, so auch für die andern. Mit der Veränderung des Gasgehalts im Blut, welche die Atembewegungen verstärkt, wächst auch die Erregung des Centrums der Gefäßnerven, des Centrums, von welchem die früher schon erwähnte Hemmung der Herzbewegungen ausgeht, des Centrums der pupillenerweiternden Fasern, der im Darm gelegenen Centren der peristaltischen Bewegungen dieses Organs. Kurz, es scheint eine allgemeine Eigentümlichkeit einer ganzen Gruppe von Ner-

venelementen zu sein, dass ihre Erregung von der Beschaffenheit des Bluts abhängt, welches sie umspült.

Ueber die Art, wie diese Wirkung des Bluts zu Stande kommt, lassen sich nur Vermutungen aufstellen. In jenen Nervenelementen gehen jedenfalls fortwährend chemische Processe vor, welche offenbar anders verlaufen müssen, wenn ein reichlicher Strom von Sauerstoff aus den Capillaren in die Gewebe wandert, als wenn dies nicht der Fall ist. Im letztern Falle nun, das müssen wir als den Ausdruck der Tatsachen schließen, kommt die Erregung in jenen Nervenelementen zu Stande. Weitere Hypothesen über den Vorgang zu ersinnen, würde bei der unvollkommnen Kenntniss der Nervenvorgänge ohne wissenschaftlichen Wert sein.

Dadurch erledigt sich auch die scheinbare Schwierigkeit, welche einige Physiologen darin haben finden wollen, dass der Mangel an Sauerstoff, also etwas Negatives, die Ursache der Erregung jener Nervenelemente abgeben sollte. Diese Schwierigkeit liegt wol nur in dem nicht ganz klaren Ausdruck, welchen ich in meinen ersten Arbeiten über diesen Gegenstand gebraucht hatte, der Mangel an Sauerstoff wirke als Reiz auf die Nervenelemente. Gibt man aber dem Ausdruck die eben mitgeteilte Fassung, so liegt in demselben, wie ich schon mehrfach hervorgehoben habe, gar keine Schwierigkeit, sondern er ist eben nur ein kurzer und hinreichend genauer Ausdruck der Tatsachen. Es ist deshalb auch unnötig, im Blute nach Stoffen zu suchen, welche diese Reizung bewirken sollen. Allerdings kommen im Blut leicht oxydable Stoffe vor, und diese könnten sich in demselben anhäufen, wenn dem Blute wenig oder gar kein Sauerstoff zugeführt wird. Aber solche leicht oxydable Stoffe kommen noch viel mehr in allen andern Geweben vor; sie entstehen hier fortwährend aus den Gewebsbestandteilen (Eiweißkörper u. s. w.) bei deren Zerfall, und sie oxydiren sich mit dem aus dem Blute durch Diffusion ausgewanderten, in die Gewebe eingedrungenen Sauerstoff. Wenn derartiger Zerfall und Oxydation auch in den Elementen der Nervencentra stattfinden (und ich sehe keinen Grund, daran zu zweifeln), so wird der Ablauf dieser chemischen Processe in den Nervencentren eben mit Tätigkeit derselben verknüpft sein können.

Die Versuche mit Verschluss der Kopfgefäße sind nun auch geeignet, die Tatsache zu erklären, dass am abgeschnittenen Kopfe Atembewegungen, wie Aufsperren des Mauls u. s. w. auftreten. Dies ist selbstverständlich nur der Fall, wenn die Medulla oblongata in unversehrtem Zusammenhang mit dem Kopfe abgetrennt wird, wenn also die Enthauptung hinter dem ersten Halswirbel etwa erfolgt. Da jetzt die Gefäße der Medulla oblongata kein Blut mehr empfangen, so muss sich in den Nervenelementen dasselbe ereignen, wie bei der Unterbindung der Kopfarterien, der Verblutung oder Erstickung. Die Erregung wächst in ihnen an, bis sie stark genug ist, die Muskeln der

Nase, des Mauls u. s. w., welche bei stärkerer Atmung stets in Tätigkeit treten, zu erregen; und diese kommen nun allein zur Beobachtung, weil eben das Atemcentrum nur noch mit ihnen in Verbindung steht.

Der Grad der Tätigkeit, welche das Nervencentrum entfaltet, ist also eine umgekehrte Funktion des Sauerstoffgehalts des Bluts. Bei vollständiger Sättigung desselben ist sie Null, welchen Zustand wir als Apnoe bezeichnet haben; bei dem mittleren Sauerstoffgehalt des Bluts, wie er während des Lebens zu bestehen pflegt, geht die Atmung mit mäßiger Kraft vor sich, wofür ich den Namen Eupnoe vorgeschlagen habe. Ist aus irgend einem Grunde der Sauerstoffgehalt des Bluts geringer, so tritt verstärkte Atmung ein; das ist der Zustand, welchen die Kliniker Dyspnoe nennen. In sehr vielen Fällen wird diese verstärkte Atmung nun dem Blut so viel Sauerstoff zuführen können, dass sich ein Gleichgewichtszustand herstellt, und die Dyspnoe kann dann sehr lange andauern. In andern Fällen aber wird trotz der vermehrten Anstrengung der Atemmuskeln der Sauerstoffgehalt des Bluts weiter sinken. Dies wird z. B. immer der Fall sein müssen, wenn überhaupt kein Sauerstoff mehr zum Blut gelangen kann, z. B. bei vollkommnem Verschluss der Luftwege. Dann werden die Atembewegungen immer heftiger und schließlich gesellen sich zu ihnen die allgemeinen Krämpfe, von denen oben die Rede war. Aber nach einiger Zeit erlöschen diese Bewegungen. Denn Nerven und Muskeln bedürfen zu ihrer Tätigkeit immer einer gewissen, wenn auch geringen Sauerstoffmenge; wenn diese fehlt, so erlischt, wie man zu sagen pflegt, ihre Erregbarkeit.

Man kann diesen letzteren Zustand am schnellsten herstellen, wenn man das Blut aus den Gefäßen des Gehirns durch eine sauerstoffarme Flüssigkeit, z. B. verdünnte Kochsalzlösung verdrängt. Der Tod tritt dann blitzschnell ein; und die Erscheinungen der Dyspnoe u. s. w. können sich gar nicht ausbilden (vgl. meine Studien über Atembewegungen. 3. Artikel. Arch. f. Anat. und Physiol. 1870).

Ich habe bei meinen bisherigen Erörterungen den Einfluss sensibler Nerven auf die Atembewegungen nicht berücksichtigt, und nur flüchtig erwähnt, dass man dieselben nicht als die eigentliche Ursache der Atembewegungen ansehen könne, weil diese auch fortdauern unter Umständen, wo von einer Zufuhr sensibler Erregungen zum Atemcentrum keine Rede sein kann. Doch haben immer wieder einzelne Forscher die Bedeutung solcher sensibler Erregungen, namentlich auch für die Entstehung des ersten Atemzuges, betont. Ich will deshalb in einem dritten Artikel eine Uebersicht alles dessen geben, was wir über den Einfluss sensibler Nerven auf die Atembewegungen wissen.

(Schluss folgt.)

J. v. Kries und Henry Sewall, Ueber die Summirung untermaximaler Reize in Muskeln und Nerven.

Archiv für Anat. und Phys., Phys. Abt. 1881, S. 66—78.

Ein untermaximaler Reiz ist ein solcher, dessen Wirkung im Muskel nicht das Maximum der Wirkung auslöst, deren der Muskel fähig ist. Folgt nun auf einen solchen untermaximalen Reiz, während seine Wirkung am Muskel (die Zuckung) noch nicht ganz abgelaufen ist, ein zweiter untermaximaler Reiz, so summiren sich — nach einem von Helmholtz ausgesprochenen Gesetze — die Wirkungen der beiden Reize.

Die Verff. haben dieses Verhalten in einer im Leipziger physiologischen Institute ausgeführten Untersuchung genauer studirt und hiebei den Einfluss der Zeit, welche zwischen dem ersten und dem zweiten Reiz verstreicht („Intervall“) berücksichtigt, sowie den Einfluss des Umstandes, ob beide reizende Ströme im Muskel die gleiche oder entgegengesetzte Richtung haben.

Als Reize wurden ausschliesslich Oeffnungs-Induktionsströme benutzt, und diese wurden durch Platindrähte den durch vorhergegangene Curare-Vergiftung dem Einflusse der Nerven entzogenen Muskeln (Semimembranosus und Gracilis des Frosches) zugeführt. Die Variirung des Intervalls wurde durch eine bekannte Vorrichtung an E. du Bois-Reymond's Federmyographion besorgt.

Wenn die Stärke des ersten Reizes, sowie die des zweiten, jede für sich constant erhalten wurden, so hing die Wirkung beider Reize wesentlich vom Intervall ab, d. h. von der Zeit, welche zwischen beiden Reizen verstrich. Waren beide Reize im Muskel gleichgerichtet, so ergab sich bei kleinstem Intervall sehr starke Summirung; mit wachsendem Intervall nimmt zunächst die Stärke der Summirung ab, erreicht bei etwa 0,007 Sekunden Intervall ein Minimum und nimmt von da an, ähnlich wie bei Maximalzuckungen wieder zu, infolge der „Summirung der Contractionen“, während die Verff. die Summirung bei kleinem Intervall (bis ca. 0,007″) als „Summirung der Reize“ ansehen. — Sind die Richtungen der erregenden Ströme im Muskel einander entgegengesetzt, so subtrahiren sich ihre Reizwirkungen bei sehr kleinem Intervall teilweise von einander. Wichtig ist hier die Versicherung der Verff., dass dies nicht auf einer teilweisen Subtraktion der Ströme selbst beruhen könne, indem es noch bei einem Intervall von etwa $^1/_{300}$″ vorkomme. — Bei größerem Intervall findet dann, wie bei gleichgerichteten Strömen Summation der Contractionen statt.

Zur Erklärung dieser Beobachtungen wurde an den durch Biedermann's Untersuchungen festgestellten Umstand gedacht, dass durch einen Oeffnungsinduktionsstrom nicht der Muskel in seiner ganzen Länge gleichzeitig gereizt wird, sondern dass sich die Erregung von der Kathode aus über den Muskel verbreitet. Mittels einer Art von

Pince myographique registrirten die Verff. die Dickenzunahme des Muskels an beliebigen Stellen. Es zeigte sich hiebei, dass folgende Vorstellung den gefundenen Tatsachen gerecht wird: „Bei jedem sehr „kurz dauernden Stromstoß entsteht die Erregung an der Kathode; „in gewissen sehr kleinen Intervallen ist sie am Orte ihrer Entstehung „noch modificirbar; sie kann durch einen darauf folgenden anodischen „Stoß vermindert und selbst vernichtet werden; andererseits wird sie „durch einen folgenden kathodischen Stoß stark vermehrt, man erhält „eine Summation der Erregungen, welche sich von der Summation der „Contractionen wesentlich unterscheidet."

Ernst Fleischl (Wien).

Christian Lovén, Om Naturen af de voluntära muskelkontraktionera. (Ueber die Natur der willkürlichen Muskelzusammenziehungen).

Nordiskt med. Arkiv XIII. No. 5.

Derselbe: Zur Frage von der Natur des Strychnintetanus und der willkürlichen Muskelcontraction.

Centralblatt f. d. med. Wiss. 1881. Nr. 7.

Nachdem der Verf. der Tatsache Erwähnung getan hat, dass die zahlreichen Untersuchungen über die Funktion und die Eigenschaften der Nerven und Muskeln noch immer viel zu wünschen übrig lassen in Bezug auf die Erklärung der alltäglichsten Erscheinungen, welche sich im lebenden gesunden Organismus darstellen, vor Allem derjenigen, welche sich auf die willkürlichen tonischen Zusammenziehungen beziehen, geht er die Meinungen durch, welche über diesen Gegenstand aufgestellt worden sind und unterscheidet drei wesentlich von einander abweichende, wie folgt: 1) Diejenige, welche besagt, dass die betreffenden Zusammenziehungen wirklich continuirliche seien, d. h. hervorgerufen durch eine continuirliche Erregung der Nervencentren. 2) Diejenige, welche annimmt, dass die Centralapparate und in erster Linie diejenigen des Rückenmarks ihre Erregungen nur in Form getrennter Entladungen auf die Muskeln übertragen können, welche sich in einem für jede Tiergattung bestimmten Rhythmus folgen (nach Helmholtz beträgt dieser Rhythmus für den Menschen 18—20; für den Frosch 16—18 in der Sekunde; 3) diejenige des Herrn Brücke, welche annimmt, dass die scheinbare Continuität der tonischen Zusammenziehung davon herrühre, dass die Entladungen nicht vollkommen gleichzeitig in allen zum Muskel verlaufenden Nervenfasern erfolgen, sondern einem „Pelotonfeuer" gleichen.

Für keine dieser Meinungen sind unwiderlegliche Beweise beige-

bracht worden. Die erste gründet sich auf die allgemein anerkannte Tatsache, dass niemals die willkürliche tonische Zusammenziehung, sowenig wie der Strychnintetanus einen secundären Tetanus erzeugt oder sich auf den stromprüfenden Froschschenkel, dessen Nerv mit dem zusammengezogenen Muskel in Berührung gebracht ist, fortpflanzt; die zweite, welche die augenblicklich herrschende ist, stützt sich auf die Analogie mit dem künstlichen Tetanus und hauptsächlich auf den Muskelton: für die dritte endlich gibt es kaum einen anderen Grund, als den Wunsch, die Schwierigkeit zu umgehen, welche sich aus dem Fehlen des sekundären Tetanus ergiebt.

Dank der ausserordentlichen Empfindlichkeit des Capillarelektrometers, konnte der Verfasser seit dem Jahre 1879 (vgl. Nord. med. Ark. Bd. XI, Nr. 14) dartun, dass sowohl die willkürliche tonische Zusammenziehung der Kröte, als der Strychnintetanus bei diesem Tier und bei dem Frosch von elektrischen rhythmischen Veränderungen, welche sehr ausgeprägt und ziemlich regelmäßig sind, begleitet werden. Aber da die Zahl der Schwingungen in der Sekunde nur etwa 8 betrug (an Stelle der nach der herrschenden Meinung zu erwartenden 16—18), so wird es sehr schwierig zu erklären, woher es kommt, dass bei der willkürlichen Zusammenziehung und beim Strychnintetanus so weit auseinander liegende Muskelstösse so verschmelzen können, dass sie eine scheinbar dauernde Zusammenziehung bewirken, besonders wenn man sich erinnert, dass gewöhnlich bis zu 20 und mehr Erregungen in der Sekunde nötig sind, um beim Frosch einen vollkommnen elektrischen Tetanus hervorzurufen.

Der Verf. glaubt das einfachste Mittel zur Lösung dieser Schwierigkeit gefunden zu haben, wenn er annimmt, dass die physiologischen Erregungen, welche den Muskeln von den motorischen Centren zugeführt werden, in einer wesentlichen Eigenschaft von den Erregungen abweichen, welche wir in unsern Laboratorien durch Einwirkung auf motorischen Nerven hervorrufen, und namentlich, dass sie viel langsamer verlaufen als diese letzteren. In der That schienen ihm die im Capillarelektrometer durch die willkürlichen und die Strychnincontractionen erzeugten Stromschwankungen wirklich diese Eigenschaft zu besitzen, obgleich es ausserordentlich schwer war, in dieser Beziehung zu einer vollkommnen Gewissheit zu gelangen. Ausserdem kommen, so weit man dies aus den Ergebnissen der experimentellen Reizung motorischer Nerven ableiten kann, auch hier Verschiedenheiten vor; man denke nur an die langsamen Contractionen, welche man sieht, wenn ein Teil des Nerven stark abgekühlt ist, oder an diejenigen, welche unter gewissen Umständen durch die Oeffnung eines constanten Stroms hervorgerufen werden.

Wenn nun die physiologischen Reize langsamer ablaufen als die künstlichen, dann ist das Ausbleiben der secundären Zuckung bei den krsteren nicht mehr gar so schwer zu verstehen; denn um den Nerven

des stromprüfenden Schenkels wirksam zu erregen, müssen die elektrischen Schwankungen in dem sich contrahirenden Muskel nicht blos eine genügende Stärke haben; sondern auch mit einer gewissen Geschwindigkeit erfolgen. Und ebenso wird unter dieser Voraussetzung das Verschmelzen der einzelnen, langsam verlaufenden Zuckungen zu einem continuirlichen Tetanus nicht mehr wunderbar erscheinen, selbst wenn deren nur 8 in der Secunde vorhanden sind.

Die Untersuchung der elektrischen Schwankungen, welche die willkürlichen und die durch Strychnin hervorgerufenen Muskelcontractionen begleiten, mit Hilfe des Capillarelektrometers zeigte übrigens, dass sie nicht blos im Rhythmus, u. z. in geradem Verhältniss zur Stärke der Contractionen, sondern auch in der Geschwindigkeit ihres Ablaufs, erhebliche Schwankungen zeigen können. Der Verf. glaubt, dass die Ursache dieser Schwankungen nur in einer regulatorischen Tätigkeit der Nervencentra gesucht werden könne. Es wäre sehr wenig dankbar über die Organe, denen diese Regulirung zuzuschreiben wäre, schon jetzt Hypothesen aufzustellen; aber die Fälle, wo diese Regulirung fehlt oder unvollkommen ist, sind sehr leicht zu erkennen.

Einer dieser Fälle ist von besonderem Interesse, weil er noch ganz ins physiologische Gebiet fällt. Wenn man mit aller möglichen Kraftanstrengung einen Widerstand zu überwinden versucht, so geraten die Muskeln in Zittern. Der Verf. hat diese Zitterbewegungen an mehreren kräftigen und gesunden Personen untersucht und gefunden, dass sie sehr regelmäßig 12—13mal in der Secunde erfolgten. Er hält es für nicht zu gewagt anzunehmen, dass diese Stöße der Ausdruck einzelner Muskelzuckungen seien, welche bei der ausserordentlichen Anstrengung der Nervencentren nicht hinreichend regulirt werden, um zu einem stetigen Tetanus zu verschmelzen.

Auf die Anwendung dieser Anschauung zur Erklärung gewisser pathologischer Erscheinungen wollen wir hier nicht weiter eingehen.

Neuerdings ist aber dem Verf. auch gelungen, die schönsten sekundären Zuckungen beim Strychnintetanus zu erhalten und zu verzeichnen. Er konstruirte dazu eine Art von Doppelmyographion, in dessen feuchter Kammer die zwei Gastrocnemii eines kräftigen Frosches neben einander befestigt wurden, deren jeder auf einen durch ein federndes Charnier beweglichen Schreibhebel wirken und somit seine Contractionen auf der berußten Trommel eines Foucault'schen Regulators zeichnen konnte. Der „primäre" Muskel war durch seinen N. ischiadicus mit dem Körper resp. Rückenmark des Tiers in Verbindung; der Nerv des „secundären" lag dem primären in der gewöhnlichen Weise an. Das Tier wurde mit einem Tropfen concentrirter Strychninlösung vergiftet, und wenn angenommen werden konnte, dass die Giftwirkung eingetreten war, wurde der tetanische Anfall mittels schwacher Inductionsschläge durch die Armhaut hervorgerufen. In dieser Weise erhielt er ganze Gruppen von sekundären Zuckungen,

deren Zahl sehr constant zwischen etwa 7,5 und 9 in der Sekunde wechselte: also eine vollkommene Bestätigung der mit dem Elektrometer gewonnenen Ergebnisse. Aber noch mehr. Auch die tetanische Curve des primären Muskels zeigte flache und niedrige, aber ganz deutliche Erhebungen, die demselben Rhythmus folgten. Bei der Kröte war die Zahl dieser Erhebungen noch kleiner, nämlich nur etwa 6 in der Sekunde.

Das eben Mitgeteilte scheint zu folgenden Schlüssen zu berechtigen:

1) dass der Strychninkrampf wirklich ein discontinuirlicher Process ist;

2) dass dies auch für die willkürlichen Contractionen, wenigstens bei der Kröte, gilt;

3) dass der Rhythmus der von den Centralorganen zu den Muskeln herablaufenden Impulse, wenigstens bei den genannten Tieren viel (etwa die Hälfte) langsamer ist, als man sich gewöhnlich vorstellt.

R.

A. J. Kunkel (Würzburg), Ueber das Vorkommen von Eisen nach Blutextravasaten.

Zeitschr. f. physiolog. Chem. V, 40 (1881).

Ergießt sich Blut nach Verletzung der Gefäßwand in das benachbarte Gewebe, so werden die flüssigen Anteile des Bluts und ein großer Teil der Blutkörperchen durch die Lymphbahnen der Umgebung relativ schnell aufgenommen und dem Stoffwechsel des Organismus erhalten.

Ein Teil der extravasirten Blutkörperchen bleibt aber an Ort und Stelle liegen und erfährt dort allmälig eine Reihe tiefgreifender Veränderungen. Das Hämoglobin, welches durch sein Spectrum so deutlich erkennbar ist, geht zu Grunde und hinterlässt als Zeichen seiner früheren Anwesenheit nur das Eisen in Form einer Sauerstoffverbindung (Eisenoxydhydrat).

Diese Erfahrung, welche in Fällen von ausgedehnten Blutungen in die Lymphdrüsen und in das Gehirn gemacht wurde, forderte zu Versuchen über die Frage auf, in welcher Weise sich Eisenverbindungen bei subcutaner Injection verändern.

Ein Kaninchen erhielt an verschiedenen Körperstellen subcutane Injectionen von milchsaurem Eisenoxydul. Nach acht Tagen wurden an den Injectionsstellen im Unterhautzellgewebe deutlich gelbe, von Eisen herrührende Flecken bemerkt. Da sich Milchsäure nicht mehr nachweisen ließ, muss diese (wohl als Salz) durch die Lymphbahnen fortgeführt worden sein. (Aus diesen Versuchen zieht Verf. weiter den Schluss, dass die subcutane Injection von Eisenlösungen sich für therapeutische Anwendung nicht eignet).

Verf. knüpft an diese Mitteilung einige interessante Bemerkungen über die Aufhebung der giftigen Wirkung gewisser Alkaloide wie Chinin, Atropin, Strychnin und Nicotin durch den Organismus selbst. Bekannt ist, dass eine gleiche Menge von Nicotin giftig ist, wenn sie in die Vena jugularis injicirt wird, nicht giftig dagegen, wenn die Injection in eine Darmvene ausgeführt wird.

Da die Darmvenen das Blut der Leber zuführen, wird man schließen müssen, dass die Leber das injicirte Gift zurückhält und, wie Verfasser annimmt, durch Fällung des freien Alkaloids unschädlich gemacht.

Th. Weyl (Erlangen).

Bibliographische Uebersicht [1]).

Botanik.

Dodel-Port, A, Illustrirtes Pflanzenleben. Mit zahlr. Orig. Illustr. 3. Lfg. Lex. 8. Zürich, Schmidt. 1 Mk.

Ettinghausen, C. v., Beiträge zur Erforschung der Phylogenie der Pflanzenarten. III—VII. 10 Tafeln. Imp. 4. Wien, Gerold's Sohn. 4 M. 60 Pf.

Fischer, Th., Die Dattelpalme, ihre geographische Verbreitung und culturhistorische Bedeutung (Petermann's Mitteilungen etc. Herausg. von E. Brehm. Ergänzungsheft Nr. 64. 4. Gotha, J. Perthes. 4 M.

Frank, A. B., Die Krankheiten der Pflanzen. Mit 140 Holzschn. 2. Hälfte. gr. 8. Breslau, Trewendt. 8 M.

Fries, Ed., Icones selectae Hymenomycetum nondum delineatorum. Vol. II, Fasc. 5. Fol. Stockholm (Berlin, Friedländer u. Sohn). 13 M.

Hallier, E., Unters. über Diatomeen, insbes. über ihre Bewegungen und ihre vegetative Fortpflanzung. Mit 2 Tafeln. 8. Gera, Köhler. 1 M. 50 Pf.

Heer, O., Flora fossilis arctica. Die fossile Flora der Polarländer. 6. Bd. 1. Abt. Mit 21 Tafeln gr. 4. Zürich, Wurster & Co. 20 M.

Hein, H., Deutschland's Giftpflanzen gr. 8. Hamburg, Vetter. 1 M. 50 Pf.

Kraus, G., Ueber die Wasserverteilung in der Pflanze. II. Der Zellsaft und seine Inhalte. Mit 1 Holzsch. gr. 4. Halle, Niemeyer.

Le Jolis, A., Liste des algues marines de Cherbourg. Avec 6 pl. 8. Paris, Baillière et fils. 5 Fr.

---

1) Unter dieser Rubrik gedenken wir bis auf weiteres eine Uebersicht der wichtigern biologischen Arbeiten zu bringen, mit Ausnahme derjenigen, welche im Centralblatt bereits besprochen sind. Eine spätere Besprechung einzelner hier angeführter Werke ist natürlich nicht ausgeschlossen.

Sollte eine Erweiterung dieser Literaturübersichten später sich als wünschenswert herausstellen, so würden wir vielleicht in einem besondern Anhange mit besonderer Berücksichtigung der Journalliteratur die Arbeiten von biologischem Interesse in möglichster Vollständigkeit nach den einzelnen Disciplinen geordnet zusammenstellen. Im Hinblick auf diese Absicht ersuchen wir deshalb alle Autoren uns Separatabzüge ihrer Arbeiten zusenden zu wollen.

Leitgeb, H., Untersuchungen über die Lebermoose. 6 (Schluss-)Heft. Mit 11 Tafeln. gr 4. Graz, Leuschner und Lubensky. 24 M

Lenz, H. O., Das Pflanzenreich. 5. Aufl. herausg. von O. Burbach. Mit 8 Tafeln. gr. 8. Gotha, Thienemann. 3 M. 60 Pf.

Lürssen, Ch., Grundzüge der Botanik. 3. Aufl. Leipzig, Haessel. 6 M.

Rabenhorst's L., Kryptogamenflora von Deutschland. Oesterreich und der Schweiz. 2. Aufl. 1. Bd. 1. u. 2. Liefg. Mit Figuren. gr. 8. Leipzig, Kummer. 2 M. 40 Pf.

Saporta, Graf v., Die Pflanzenwelt vor dem Erscheinen des Menschen. Uebersetzt von C. Vogt. Mit 13 Tafeln und 118 Holzschn. gr. 8. Braunschweig, Vieweg u Sohn. 13 M.

Saporta, Comte de, et F. Marion, L'évolution du règne végétal. 8. Paris, Germer Baillière. 6 Fr.

Botanische Abhandlungen aus dem Gebiete der Morphol. und Physiol. Herausgegeben von Joh. v. Hanstein. 4. Bd. 2. Heft. gr. 8. Bonn, Marcus 6 Mark.

Botanischer Jahresbericht, Herausgegeben von Leop. Just. 6. Jahrg. 1878. 2. Abt. 1. Heft. gr. 8. Berlin, Borntraeger. 6 M. 80 Pf.

Anatomie, Histologie und Entwicklungsgeschichte.

Balfour, F. M., Handb. der vergl. Embryol. 2 Bde. übersetzt v. B. Vetter. I. Bd. 2. Hälfte.

Bischoff, Th. L. W. v., Ueber die äussern weibl. Geschlechtsteile d. Menschen u. d. Affen. Nachtrag. 2. Abt. gr. 4. München, Franz. 30 Pf.

Braun, M., Die Entwicklung des Wellenpapageis mit Berücksichtigung d. Entwicklung anderer Vögel. 1. Hälfte. Mit 7 Tafeln. gr. 8. Würzburg, Staudinger. 16 M. 80 Pf.

Drasch, O., Beiträge zur Kenntniss des feineren Baus des Dünndarms. 3 Tafeln. Lex. 8. Wien, Gerold's Sohn. 2 M.

Gellé, Suite d'études d'otologie. De l'oreille. Anat. norm. et comp. etc. 8. Paris, Delahaye. 5 Fr.

Humphry, G. M., A Treatise on the Human Skeleton, including the Joints. 8. London, Macmillan. 14 Sh.

Klaussner, F., Studien über die Muskelanordn. am Pylorus der Vertebraten. Mit 12 Tafeln. Lex. 8. Stuttgart, Cotta. 5 M.

Klein and Smith's Atlas of Histology, with 48 coloured Plates. 4. London, Smith and Elder. 84 Sh.

Langer, L., Ueber die Blutgefäße der Herzklappen der Menschen. Wien, Gerold's Sohn. 3 M.

Mauthner, L., Gehirn und Auge. Mit Holzschn. gr. 8. Wiesbaden, Bergmann. 7 Mark.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. 15. Juni 1881. Nr. 5.

Inhalt: **Müller,** Bonnier's Stellung zur neuern Blumentheorie. — **Meyer,** Spermatogenese bei Säugetieren. — **Balfour,** Entwicklung und Morphologie der Nebennieren. — **Obersteiner,** Ursprung des Nervus und des Tractus opticus. — **Lustig,** Nervenendigung in glatten Muskelfasern. — **Wood,** Studien über Wärmebildung und Fieber. — **Bleuler** und **Lehmann,** zwangsmässige Secundärempfindungen. — **Brücke, Munk,** Physiologie. — Bibliographische Uebersicht.

Gaston Bonnier's Stellung zur neuern Blumentheorie.

Von

Hermann Müller (Lippstadt).

Die neuere Blumentheorie ist, im Gegensatze zu der ältern teleologischen Christian Konrad Sprengel's vom Jahre 1793, eine Frucht der Entwicklungslehre. Sie gründet sich auf Charles Darwin's Entdeckung des Vorteils der Kreuzung.

Durch mannigfache allgemeine Gründe und besondere Erfahrungen zu der Ansicht geführt, dass kein organisches Wesen durch ausschließliche Selbstbefruchtung sich dauernd zu erhalten vermöge, dass vielmehr jedes gelegentlich, wenn auch oft erst nach vielen Generationen einer Kreuzung mit einem getrennten Individuum bedürfe, hat Ch. Darwin nach zwei verschiedenen Seiten hin diese Ansicht durch eingehende Untersuchungen tiefer begründet: 1) indirekt, indem er in der an seltsamen Blumenformen ungemein reichen Familie der Orchideen zeigte, dass, abgesehen von vereinzelten sich regelmäßig selbst befruchtenden Arten, alle Blüten bis in die kleinsten Einzelheiten des Baues der Kreuzung durch besuchende Insekten angepasst sind[1])

1) On the various contrivances by which british and foreign Orchids are

2) direkt, experimentell, indem er Tausende einerseits aus Selbstbefruchtung andererseits aus Kreuzung hervorgegangene Keimlinge der verschiedensten Pflanzen in ihrer ganzen Entwicklung mit einander verglich und so den umfassenden Nachweis lieferte, dass die aus Kreuzung hervorgegangenen Nachkommen, wenn sie mit den aus Selbstbefruchtung hervorgegangenen in Wettkampf um die Lebensbedingungen versetzt werden, regelmäßig als Sieger über dieselben hervorgehen, dass dagegen, wenn dieser Wettkampf nicht eintritt, oft auch Selbstbefruchtung viele Generationen hindurch die Art fortzupflanzen vermag[1]). Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet stellen sich ganz allgemein die Blüten der Pflanzen als Einrichtungen dar, durch die unter günstigen Umständen Kreuzung gesichert, unter ungünstigen dagegen in der Regel der Notbehelf spontaner Selbstbefruchtung ermöglicht wird, und sind daher durch die Selektionstheorie erklärbar. Denn Farbe, Duft und Honigabsonderung der Blumen sind als Anlockungsmittel der Insekten oder anderer lebender Kreuzungsvermittler den Pflanzen selbst von entscheidendem Vorteil; sie mussten deshalb, wenn sie als individuelle Abänderungen auftraten, durch Naturauslese zur Ausprägung gelangen. Auch die unendlich mannigfaltigen Gestaltungen der Blumen sind als Anpassungen an ebenso verschiedenartige Kreuzungsvermittlung erklärlich. Ein unabsehbares Gebiet von Tatsachen, bezüglich deren die frühern Botaniker sich auf bloße Beschreibung beschränken mussten, ist durch diese Erkenntniss ursächlichen Zusammenhangs dem Verständnisse zugänglich geworden, und das von Ch. Darwin selbst in seinem Orchideenwerke hingestellte glänzende Beispiel von Blumenerklärung hat eine immer allgemeinere Beteiligung der Botaniker an der Bearbeitung dieses neuen Forschungsgebiets zur Folge gehabt. Den in erster Linie hervortretenden Arbeiten von Delpino, Hildebrand, Fritz Müller, Axell, Kerner ist eine stetig anwachsende Zahl weiterer Beobachtungen und Erklärungen gefolgt. Just's botanischer Jahresbericht erwähnt z. B. für das Jahr 1873 18, für 1876 36, für 1879/80 (jetzt im Druck befindlich) 128 einschlägige kleinere Mitteilungen und größere Arbeiten. Verf. welcher an denselben wesentlich mitbeteiligt ist, hat in zwei größeren Werken[2]) zahlreiche einschlägige Beobachtungen niedergelegt und dieselben zu tieferer Begründung und weiterem Ausbau der Blumentheorie verwertet.

---

fertilised by Insects. London 1862. In der deutschen Gesammtausgabe der Darwinschen Werke von J. Victor Carus, zweite Auflage Bd. IX.

1) Ch. Darwin, the effects of cross- and self-fertilisation in the vegetable kingdom. Deutsche Gesammtausgabe Bd. X.

2) H. Müller, die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider. Leipzig 1873. Derselbe, Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben. Leipzig 1881. Vgl. Biologisches Centralblatt Nr. 1.

Für Tausende von Blumenformen aller Erdteile ist bereits ein Verständniss ihrer hervorstechendsten Eigentümlichkeiten gewonnen. Für die hauptsächlichsten Blumen Deutschlands und der Schweiz sind die tatsächlichen Kreuzungsvermittler festgestellt und ihre Anpassungen an dieselben erklärt. Es ist nachgewiesen, dass die Insekten, indem sie, ihrer Ernährung wegen dem Blütenstaube und Honig nachgehend, die ihren Bedürfnissen und Neigungen entsprechenden Blüten zur Ausbeutung aufsuchen und durch Vermittlung der Kreuzung zu erfolgreichster Nachkommenschaft führen, unbewusst in ganz derselben Weise als Blumenzüchter wirken müssen, wie der Gärtner, der diejenigen Blumenabänderungen zur Nachzucht auswählt, die ihm am besten gefallen oder am nützlichsten sind[1]). Es ist klar gelegt, wie durch diese unbewusste Blumenzüchtung der Insekten schmucklose Windblüten zu augenfälligen, einfachen, offenen, allgemein zugänglichen Blumen werden konnten, und auf welchen Wegen in verschiedenen Pflanzenfamilien die ursprünglichen offenen Blumenformen zu geschlossenern, einem engern Besucherkreise angepassten und schließlich zu ausgeprägten Dipteren-, Bienen-, Hummel- und Falterblumen geworden sind[2]). Die blumenbesuchenden Insekten selbst sind in Bezug auf ihre Ausrüstung für die Gewinnung der Blumennahrung untersucht; für die wichtigste Abteilung derselben, die Bienen, ist dargetan, durch welche einzelnen auf einander folgenden Schritte der Anpassung aus dem nackten Leibe der Grabwespen der mit einem Walde von Federhaaren bekleidete und mit ausgebildeten Pollen-Sammelapparaten ausgerüstete Leib der Bienen und Hummeln, aus den einfachen beißenden und leckenden Mundteilen der ersteren der complicirte Saugrüssel der letzteren geworden ist[3]).

Das ist es, kurz angedeutet, was die neuere Blumentheorie an tatsächlicher Begründung, an Durcharbeitung im Einzelnen und an wissenschaftlichen Ergebnissen bis jetzt geleistet hat.

Gaston Bonnier erklärt nun, auf Grund eigener „nach strenger experimenteller Methode" ausgeführter Untersuchungen diese ganze Theorie kurzweg für null und nichtig, für ein reines Phantasiegebilde. Seinen ausführlicheren Widerlegungsversuch[4]) hat Verf. seiner Zeit an einer andern Stelle[5]) eingehend beleuchtet. Eine kürzlich er-

---

1) H. Müller, die Insekten als unbewusste Blumenzüchter. Kosmos, Bd. III S. 314—337, 403—426, 476—499.

2) H. M., Alpenblumen, Rückblicke über Familien.

3) H. M. Anwendung der Darwin'schen Lehre auf Bienen. Verhandl. des naturhist. Vereins für preuß. Rheinlande und Westfalen 1872 S. 1—96.

4) Les Nectaires, étude critique, anatomique et physiologique par Gaston Bonnier (Extrait des Annales des Sciences naturelles, Botanique, 6me Série, Tome VIII). Paris 1879.

5) Kosmos, Bd. VII S. 219—236.

schienene auszugsweise Wiederholung desselben[6]) veranlasst denselben auch die Leser des biologischen Centralblattes mit der Natur der G. B.'schen Einwendungen bekannt zu machen.

Vergebens erwarten wir von G. B. eine Widerlegung oder auch nur Anzweiflung der experimentellen Begründung der neueren Blumentheorie. Nur ein einzigesmal erwähnt er überhaupt ganz flüchtig der Kreuzung, „die angeblich (dit-on) oft bessere Körner hervorbringt." Vergeblich auch erwarten wir von ihm eine Unterscheidung der Darwin'schen causalen von der Sprengel'schen teleologischen Auffassung und eine Bekämpfung der ersteren. Beide gelten ihm ganz gleich; zur Verurteilung beider genügt ihm, dass sie sich nicht auf den Nachweis direkter physikalischer Einwirkungen beschränken, der für G. B. allein wissenschaftlich berechtigt ist, sondern über die gegenseitigen Anpassungen von Blumen und Insekten spekuliren. Die Annahme solcher ist, nach G. B., schon deshalb völlig unstatthaft, weil die angeblichen Anpassungen sich häufig als nicht in allen Fällen wirksam oder als unvollkommen erweisen, und weil dasselbe Resultat oft auch auf andere Weise erreicht wird. Langröhrige Blumen werden z. B. nicht bloß von den langrüsseligen Hummeln, denen sie angepasst sein sollen, normal ausgesaugt, sondern auch von kurzrüsseligen durch Einbruch ausgeplündert. Tulpen, Anemonen und viele andere schöngefärbte Blumen bieten den Insekten nur Pollen dar, keinen Honig, der ihnen doch auch nützlich wäre. Nektar wird nicht bloß in Blüten, sondern auch an der Basis von Stengelblättern erzeugt und auch dort von Insekten weggeholt, die also in diesem Falle keine Kreuzung bewirken; selbst dem Honigtau der Blätter gehen dieselben Insekten nach u. s. f. Lebhafte Blumenfarben und Honigabsonderung können also nicht Züchtungsprodukte der Insekten sein, um so weniger, als die Beobachtung ergeben hat, dass unter höheren Breiten und alpenaufwärts beide durch rein physikalische Ursachen sich steigern. Auch experimentell beweist G. B., dass die Blumenfarben keinerlei Beziehung zu den Insekten haben können. Er legt z. B. gleich große viereckige Stücke von demselben Stoffe, aber von verschiedenen Farben, mit Honig bestrichen vor einen Bienenstock hin und findet, dass die Bienen gleichmäßig an alle gehen. Oder er schneidet von Blumen der Kapuzinerkresse (Tropaeolum majus) die Blumenblätter mit Ausnahme des Spornes ab und sieht trotzdem Insekten auf die Blüten kommen.

Auf Grund dieser und ähnlicher Beobachtungen und Versuche, die in dem oben citirten Aufsatze des Verf. einzeln beleuchtet sind, hält nun G. B. die neuere Blumentheorie für gründlich ad absurdum

6) Gaston Bonnier, les fleurs et les insectes. Revue scientifique de la France et de l'étranger Nr. 14 — 2. avril 1881 — 3. Série, première année (tome 27) p. 419—425.

geführt. Sie erscheint ihm als eine so lächerliche Verirrung des menschlichen Geistes, dass er nur teleologische Witzworte Heinrich Heine's und naive Stellen aus Paul et Virginie ihren Erklärungen gleichwertig findet.

Aber G. B. will nicht bloß zerstören, sondern auch neu aufbauen und statt der verworfenen eine andere Erklärung geben. Der Nektar der Blüte — so lautet der positive Ersatz, den uns G. B. statt des glücklich beseitigten Phantasiegebildes bietet — dient zur Ernährung der Frucht, der Nektar der Blattbasis zur Ernährung des Blattes.

G. B. scheint keine Ahnung davon zu haben, dass er damit nur eine in Bezug auf den Blütennektar bereits im vorigen Jahrhundert von Erasmus Darwin aufgestellte Ansicht wieder aufwärmt, eine Ansicht, die nicht einmal für die Erklärung der Blütennektarien ausreicht, da sie weder für die Nektarien rein männlicher und geschlechtsloser Blüten, noch für die Formenmannigfaltigkeit der Honiggefäße, z. B. der Maregraviaceen, einen Platz hat und die uns in Bezug auf alle übrigen durch die neuere Blumentheorie glücklich gelösten Rätsel der Blumenwelt ein volles Jahrhundert zurückversetzt.

E. Meyer, Die Spermatogenese bei den Säugetieren.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de St. Pétersbourg. VIIe Série T. XXVII. Nr. 14 1880. 15 S. und 2 Taf.

Die Frage über die Entwicklung der Spermatozoen[1]) ist trotz der häufigen Erörterungen, welche sie in einer Reihe von Jahren gefunden hat, bis jetzt noch zu keinem vollständigen Abschluss gekommen; obgleich viele und bedeutende Forscher auf ihre Lösung Zeit und Mühe verwendet haben, so sind dennoch keine endgültigen Resultate erzielt worden. Das große Interesse, welches sie gleichwohl dem Histologen bietet, veranlasste den Verf. die vorliegende Arbeit im Petersburger histologischen Laboratorium unter Leitung von Owsjannikow auszuführen.

Abstrahiren wir (Ref.) von den älteren Ansichten, wie sie z. B. noch von Henle vertreten worden sind, so handelt es sich vorzugsweise um die entscheidenden Resultate, welche v. la Valette St. George bei allen Wirbeltierklassen erhalten hat.

---

1) Zu dem Referat in Nr. 1 S. 26 bemerkt Ref. nachträglich, dass der eine der durch v. la Valette St. George entdeckten Doppelschwänze der Krötensamenfäden offenbar dem Rande des dort beschriebenen Flimmersaums im weiteren Sinne homolog ist. Wenigstens werden nach Spengel bei Bufo beide Schwanzfäden durch eine zarte Membran verbunden.

Danach sind ursprünglich in den Samenkanälchen wie in den Eischläuchen zwei Arten von Zellen vorhanden. Die größeren sind sparsamer. Sie heissen Spermatogonien und liefern durch fortgesetzte Teilungen, wobei das Zellenprotoplasma der Tochterzellen nicht immer von der Teilung der Kerne mitbetroffen wird, die Samenfäden. Die andere zahlreichere Art von kleineren Zellen, Follikelzellen, ist der Membrana granulosa des Graaf'schen Follikels zu homologisiren, sie umwächst mehr oder weniger vollständig die Spermatogonien, welche letzteren selbstverständlich den weiblichen Eizellen entsprechen.

Bei niederen Wirbeltieren ist nun die Umschließung der Abkömmlinge der Spermatogonien eine wol vollständige: es entstehen Spermatocysten, die von Follikelmembranen umhüllt werden, und im Innern die Samen liefernden Zellen, Spermatocyten, enthalten. Die Kerne der letzteren werden direkt zu den Spermatozoenköpfen.

Bei den Säugern ist die Umwachsung eine weniger vollständige, das Follikelgewebe tritt (mit Ausnahme des Menschen) mehr zurück, und an Stelle der Spermatocysten finden sich anfangs mehr cylindrische Zellensäulen, später amöboide, kuglige Spermatogemmen (Samencysten, Kölliker), die indessen gestielt in das Lumen des Samenkanälchens hineinragen. E. Meyer vergleicht sie mit Riesenzellen [z. B. Osteoklasten]. Die Spermatogemmen werden schließlich zu den seit v. Ebner genau bekannten, zuerst von Sertoli gesehenen Spermatoblasten. Dies sind festsitzende Zellen, welche Bündel von Samenfäden enthalten — um es allgemein auszudrücken.

Nach der Ansicht des Ref. lag der Schwerpunkt der Darstellung v. la Valette St. George's erstens in der Entdeckung der (Spermatocysten und) Spermatogemmen, zweitens in der Unterscheidung zwischen Follikelzellen und Spermatogonien.

In beiden Punkten hat E. Meyer durch seine auf die Darstellung der Spermatogenese bei den Säugern beschränkte Arbeit eine vollständige Bestätigung der Ansichten v. la Valette St. George's, welchem sich schon früher Nussbaum angeschlossen hatte, geliefert. Aus diesem Grunde musste die erstgenannte Anschauung hier auseinandergesetzt werden. Die Untersuchung E. Meyer's erstreckte sich auf den Hund, die Wanderratte, die Maus, den Kater, das Kaninchen, Meerschweinchen, Schaf und auf ein selteneres Objekt, nämlich den Bären (Ursus arctos). Alle betreffenden Befunde wurden durch Abbildungen erläutert, die sich sogar in der Bezeichnungsweise des Details an v. la Valette St. George anschließen.

Was die Untersuchungsmethoden anlangt, so wurde Jodserum, molybdänsaures Ammoniak, Chlorpalladium zur Isolirung der Elemente, ferner absoluter Alkohol oder Pikrinsäure nebst Gummilösung zur Härtung, endlich Hämatoxylin, Brasilin, Purpurin, Karmin, Eosin u. s. w. zur Färbung angewendet.

Ref. kann nicht verschweigen, dass er die Anschauungen v. la Valette St. George's in Betreff der Spermatogonien und Follikelzellen bei zeugungsreifen Säugern nicht zu teilen vermag, obgleich alle die bahnbrechenden Angaben dieses Forschers für Amphibien (Salamandra maculosa, Rana) und Säuger vor der Pubertät, (auch z. B. bei zehnjährigen Knaben), leicht zu bestätigen sind.

Es handelt sich nämlich um die Teilungsprocesse an den Zellen der Samenkanälchen. Zur Zeit, als v. la Valette St. George arbeitete, waren die neueren Untersuchungsmittel (Anilinfärbung von E. Hermann, Safran- und Bismarckbraun nach Flemming und Pfitzner) noch unbekannt. V. la Valette St. George nahm daher eine direkte Kernteilung durch Einschnürung, dem bekannten, ursprünglich Remak'schen Schema entsprechend, für die Kerne seiner Spermatogonien an. Ref. (Medicinisches Centralblatt 1881 Nr. 20) fand jedoch mit Hilfe der modernen Methoden, dass die entsprechenden Bilder als Rückbildungsformen zu deuten sind und dass im Gegenteil auch hier indirekte, wie Flemming sie nennt, oder karyokinetische Kernteilung es ist, welche in letzter Instanz die Samenfädenköpfe liefert. Knäuelformen in den Samenzellen mit sog. grobgranulirten Kernen hatte nach Pfitzner und Flemming bereits Henle abgebildet, Klein hatte auch eine Menge von Kernfiguren, namentlich Tochtersternformen in den Samenkanälchen beschrieben, Ref. zeigte dann aber im Gegensatz zu v. la Valette St. George, Nussbaum, E. Meyer u. s. w., dass die Follikelzellen v. la Valette St. George's durch ihre wie gesagt karyokinetische Kernteilung die Samenfäden bilden. Die Spermatogemmen konnte Ref. ebenfalls bestätigen, sowie schon früher die Spermatoblasten v. Ebner's.

Durch Helman (Ueber die Entwicklung der Spermatozoen der Wirbeltiere. Dorpater Dissertation 1880, 122 S. 1 Taf.), der unter Stieda's Leitung arbeitete, sind auch bei den Vögeln und Reptilien und Knochenfischen wie schon früher teilweise von Anderen ähnliche Verhältnisse nachgewiesen. Es lässt sich danach nicht bezweifeln, dass ein allgemeines Gesetz die Spermatogenese der Wirbeltiere beherrscht. Modificirt ist dasselbe nur insofern, als bei den Säugern die Follikelzellen mehr zurücktreten resp. ganz fehlen.

Ersteres kann man wie folgt ausdrücken (Ref.). Die sog. Follikelzelle (Keimzelle Sertoli's und des Ref. 1881) teilt sich, durch wiederholte Teilung entstehen Keimzellensäulen, aus diesen Knäuelzellensäulen (deren Kerne bei schwächeren Vergrößerungen oder in schlechttingirten Präparaten grobgranulirt aussehen), daraus Spermatogemmen, unreife und schließlich reife Spermatoblasten. Aus letzteren werden die Samenfäden frei, während ihre kernhaltige Fussplatte (sog. Spermatogonie) sich allmählich zurückbildet.

W. Krause (Göttingen).

Ueber die Entwicklung und die Morphologie der Suprarenalkörper (Nebennieren).

Von

F. M. Balfour, F. R. S.

Fellow of Trinity-College, Cambridge.

Bei den Selachiern sind zwei verschiedene Organe gefunden worden, denen beiden der Name „Suprarenalkörper" beigelegt worden ist. Das eine derselben besteht aus einer Reihe paariger Körper, welche auf den Zweigen der Aorta dorsalis aufsitzen und segmentweise angeordnet sind, und bildet eine Kette, die dicht hinter dem Herzen beginnt und sich bis an das hintere Ende der Leibeshöhle erstreckt. Jeder dieser Körper besteht aus einer Reihe von Läppchen und zeigt eine sehr ausgesprochene Trennung in eine aus säulenartigen Zellen gebildete Corticalschicht und eine aus unregelmäßig polygonalen Zellen bestehende Marksubstanz. Wie Leydig (Untersuchungen über Fische und Reptilien, Berlin 1853) zuerst gezeigt hat, stehen sie in engem Zusammenhang mit den sympathischen Ganglien und enthalten gewöhnlich zahlreiche, zwischen die eigentlichen Zellen des Körpers verteilte Ganglienzellen.

Der zweite Körper besteht aus einer unpaaren Zellensäule, welche zwischen der Aorta dorsalis und der unpaaren Vena caudalis liegt und jederseits von den hinteren Teilen der Niere begrenzt wird. Ich schlage vor, ihn den „Interrenalkörper" zu nennen. Nach vorn greift er über die paarigen Suprarenalkörper über, verbindet sich aber nicht mit ihnen. Er besteht aus einer Reihe gut abgegrenzter Läppchen u. s. w. Im frischen Zustande findet Leydig (Rochen und Haie, Leipzig 1852), dass „die Hauptmasse des Körpers aus Fett bestehe und dass sich in ihnen frei eingebettet helle, bläschenartige Kerne finden."

Wie man leicht an erhärteten Präparaten nachweisen kann, ist der Körper von einer Tunica propria eingeschlossen, welche Septa abgibt, die ihn in gut abgegrenzte, mit polygonalen Zellen erfüllte Hohlräume abteilen. Diese Zellen bilden das wahre Parenchym des Körpers. Durch die gewöhnlichen Härtungsverfahren gehen die Oeltröpfchen, mit welchen sie im frischen Zustand gefüllt sind, vollkommen verloren.

Die paarigen Suprarenalkörper (F. M. Balfour. Monograph on the development of Elasmobranch Fishes. London 1870. S. 242—244) entwickeln sich aus den sympathischen Ganglien und stammen daher aus dem Epiblast. Diese Ganglien teilen sich nach und nach in einen gangliösen Teil und einen Drüsenteil. Der erstere bildet die sympathischen Ganglien des erwachsenen Tiers, der letztere die wahren paarigen Suprarenalkörper. Der Interrenalkörper dagegen entwickelt

sich aus indifferenten Mesoblast-Zellen (Balfour a. a. O. S. 245—247) zwischen den beiden Nieren in derselben Lage, die er auch beim erwachsenen Tier hat.

Die Entwicklung der Suprarenalkörper bei den Amnioten ist am vollständigsten von Braun (M. Braun, Bau und Entwicklung der Nebennieren bei Reptilien. Arbeiten a. d. zool. Inst. zu Würzburg. V. 1879) an Reptilien untersucht worden.

Bei den Eidechsen bestehen sie aus einem Paar länglicher gelblicher Körper, welche zwischen der Vena renalis revehens und den Geschlechtsdrüsen liegen.

Sie setzen sich aus zwei Bestandteilen zusammen nämlich 1) Massen von braunen Zellen, welche an der Rückenseite des Organs liegen, sich mit Chromsäure tief färben, ähnlich wie manche Zellen der Nebennieren von Säugern und 2) unregelmäßigen Strängen, teilweise mit einem Lumen, das mit fettähnlichen Körperchen[1]) angefüllt ist, zwischen denen Kerne vorkommen. Bei Behandlung mit Chromsäure verschwinden diese fettähnlichen Körperchen und die Stränge zerfallen in Körper, welche säulenartigen Zellen gleichen.

Die auf der Rückenseite gelegenen Massen brauner Zellen entwickeln sich aus den sympathischen Ganglien in derselben Weise wie die paarigen Suprarenalkörper der Elasmobranchiaten, während die mit fettähnlichen Körperchen angefüllten Stränge sich nur aus indifferenten Mesoblast-Zellen entwickeln als eine Verdickung an den lateralen Wandungen der Vena cava inferior und der Cardinalvenen, welche mit jener zusammenstoßen. Die Beobachtungen von Brunn (A. v. Brunn, Ein Beitrag zur Kenntniss des feineren Baues u. d. Entwickl. d. Nebennieren. Arch. f. mikr. Anat. VIII. 1872) am Hühnchen und die von Kölliker (Entwicklungsgeschichte. Leipz. 1879, S. 953—955) an Säugern fügen nur wenig zu denen von Braun hinzu. Sie zeigen, dass der größere Teil der Drüse bei diesen beiden Typen sich aus dem Mesoblast entwickelt und dass sie mit den sympathischen Ganglien eng verbunden ist. Ausserdem hat Kölliker noch festgestellt, dass der hintre Teil des Organs beim Kaninchenembryo von 16 oder 17 Tagen unpaarig ist.

In Bau und Entwicklung stimmt das Organ der Elasmobranchier, welches ich Interrenalkörper genannt habe, so vollkommen überein mit dem Mesoblast-Teil der Suprarenalkörper der Reptilien, dass ich nicht anstehe, sie als homolog zu betrachten. Die paarigen Körper der Elasmobranchier hingegen, welche von den sympathischen Ganglien abstammen, entsprechen offenbar dem Teil der Suprarenalkörper der Reptilien, welche in gleicher Weise entstehen. Auch die vordern

1) Diese Körperchen bestehen nicht aus einer wahren Fettsubstanz, und dies gilt in gleicher Weise für die ähnlichen Körperchen der Interrenalkörper bei den Elasmobranchiern.

Teile der paarigen Suprarenalkörper der Fische sind offenbar bei den höheren Typen der Rückbildung verfallen.

Bei den elasmobranchiaten Fischen haben wir also 1) eine Reihe von paarigen Körpern, welche von den sympathischen Ganglien stammen, 2) einen unpaaren Körper, der aus dem Mesoblast stammt. Bei den Amnioten hingegen verschmelzen diese beiden Körper und bilden die zusammengesetzten Suprarenalkörper; doch bleiben die beiden Bestandteile in ihrer Entwicklung noch getrennt, indem der Mesoblast-Teil die Rindensubstanz, der nervöse Teil die Marksubstanz bildet.

R.

Der centrale Ursprung des Nervus und des Tractus opticus.

Die Frage nach dem centralen Ursprung der Sehnervenfasern, welcher auch eine große physiologische Bedeutung nicht abgesprochen werden kann, ist in der letzten Zeit wiederholt zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht worden.

Wenn wir ganz absehen von den Versuchen, jene Lokalitäten der Großhirnrinde zu präcisiren, welche in functioneller Beziehung zum Auge stehen, so haben die neueren Forschungen einerseits neben den altbekannten Ursprungsgebieten der Sehnerven, noch weitere Regionen des Centralnervensystems dahin einbezogen, andererseits aber auch nachgewiesen, dass beträchtliche Anteile des den Hirnschenkel umziehenden Tractus opticus sich nicht über das Chiasma hinaus nach vorne bis zur Netzhaut (also in den eigentlichen Nervus opticus hinein) verfolgen lassen, und demnach an dem Sehakte direkt gar nicht beteiligt sein können.

Für die niederen Wirbeltiere schienen die Ursprungsverhältnisse der Sehnervenfasern früher ziemlich einfach zu sein; doch haben die eingehenden Studien von Fritsch (Ueber den feineren Bau des Fischgehirns, Berlin 1878), Sanders (Contrib. to the Anatomy of the central nervous system. Phil. transact. 1878) und Anderer, auch für diese Tierklassen einen sehr complicirten centralen Verlauf der Opticusfasern dargetan.

Für die Säugetiere dagegen, speciell für den Menschen, werden schon seit Langem eine Anzahl von Wurzeln angegeben, aus welchen sich der Tractus opticus zusammensetzt.

An jedem menschlichen Gehirne überzeugt man sich leicht davon, dass der Tractus opt. nach rückwärts zu in zwei, oberflächlich unterscheidbare Wurzeln auseinanderweicht, von denen die eine, die äussere (vordere, laterale) Tractuswurzel, zum äusseren Kniehöcker (Corpus geniculatum externum sive laterale) die andere, die innere (hintere,

mediale) Wurzel, zum inneren Kniehöcker (corpus geniculatum intern. sive mediale) zieht. Von der äusseren Tractuswurzel dringt allerdings ein Teil in den äusseren Kniehöcker (dessen eigentümliche Schichtung und ausgesprochen herzförmige Gestalt beim Menschen und bei den Primaten besonders hervorgehoben werden muss), selbst ein; viel beträchtlicher sind aber jene Faserzüge, welche entweder unter dem genannten Ganglion durchschlüpfen um in den Sehhügel (und zwar in dessen hintersten Höcker, das nur beim Menschen und Affen ausgebildete Pulvinar) einzustrahlen, oder aber an der freien Oberfläche des äusseren Kniehöckers weiter ziehen, um den oberflächlichen weißen Belag des Sehhügels (Stratum zonale) bilden zu helfen. Huguenin (Arch. f. Psychiatrie B. V.) hat nachgewiesen, dass eine an Tieren leicht zu constatirende direkte Verbindung der äusseren Tractuswurzel mit dem vorderen Vierhügel auch beim Menschen nicht fehlt. — Man sieht ohne weitere Präparation am Hirnstamme z. B. des Kalbes, wie zahlreiche Fasern des Tractus opticus über das Ganglion geniculatum extern. zum Sehhügel hinüberstreichen, um dort in einem nach vorne convexen Bogen umbiegend, sich in den vorderen Vierhügel einzusenken. Beim Menschen findet diese Tractuswurzel ihr Analogon in Fasern, welche über den äusseren Kniehöcker hinwegziehen und im vorderen Vierhügelarme, der den meisten Säugetieren fehlt (Forel), zum vorderen Vierhügel gelangen.

Es steht demnach die äußere Tractuswurzel mit dem Sehhügel, dem äußeren Kniehöcker und dem vorderen Vierhügel in Verbindung. Diese drei genannten Ganglien haben aber nach Wernicke (Lehrbuch der Gehirnkrankheiten I. Bd. Cassel 1881) das Gemeinsame, dass aus ihnen auch Fasern entspringen, die zur Rinde des Occipitallappens ziehen; diese betreffenden Fasern sammeln sich zu einem compacten Bündel, welches den hintersten Teil der inneren Kapsel durchsetzt, und dann als „sagittales Marklager des Hinterhauptlappens" (Wernicke) lateral vom Hinterhorn des Seitenventrikels direkt nach rückwärts zur Rinde zieht.

Die innere Tractuswurzel ist beim Menschen leicht bis an den inneren Kniehöcker zu verfolgen; ein Teil ihrer Fasern zieht dann im hinteren Vierhügelarm zum hinteren Vierhügel (Huguenin, Arch. f. Psych. V. Bd. pag. 341) während nach übereinstimmender Angabe der meisten Autoren nicht wenige der oberflächlichen Fasern vom inneren Kniehöcker auch zum vorderen Vierhügel gelangen. Uebrigens lässt sich auch die Angabe Huguenin's bestätigen, dass der hintere Vierhügel ebenfalls durch Vermittlung seines Armes Faserbündel aussendet, welche sich den früher erwähnten, zur Hirnrinde ziehenden anschließen.

Eine dritte oberflächliche (mittlere) Wurzel, welche zwischen beiden Kniehöckern entspringend zum vorderen Vierhügel zieht beschreibt J. Stilling (Ueber die centrale Endigung des Nervus opticus. Arch.

f. mikr. Anatomie XVIII. Bd.); — sie senkt sich aber nicht vollständig in dieses Ganglion ein, sondern bildet auch teils eine oberflächliche Commissur mit den Fasern der anderen Seite, teils zieht sie in der Mittellinie nach rückwärts zum Frenulum des vorderen Marksegels. —

Es mag gleich hier bemerkt werden, dass eine Commissur oder Kreuzung von Tractusfasern in dem Vierhügelgebiete (wie eine solche z. B. von Charcot aus physiologischen Gründen vorausgesetzt wurde), von den meisten Untersuchern geläugnet wird.

Mit diesen beschriebenen zwei oder drei oberflächlichen Wurzeln sind aber keineswegs alle Quellen erschöpft, aus denen der Tractus opt. Zufluss erhält; schon die älteren Anatomen wie Santorini, Sömmering u. A. gaben weitere Ursprungsstätten an, denen spätere Untersucher, besonders Foville und Luys noch zahlreiche andere hinzufügten. Erst als neben der alten Abfaserungsmethode die Untersuchung feiner durchsichtiger Schnitte in Uebung kam, durfte man erwarten auch zuverlässigere Resultate zu erhalten.

Von den tiefliegenden Tractuswurzeln verdienen folgende Erwähnung:

1. Während der Tractus opt. an der Hirnbasis der Substantia perforata ant. anliegt, erwächst ihm ein Zuzug von Fasern, die aus ziemlich großen, zuerst von J. Wagner beschriebenen Ganglienzellen stammen; letztere liegen in der Substantia perforata ant. dem Tractus unmittelbar an, teilweise sogar schon zwischen seinen Fasern (basales Opticusganglion); eben solche Zellen liegen auch im Tuber cinereum über dem Chiasma.

2. Zwischen dem Großhirnschenkel und dem Thalamus opticus liegt eine ziemlich bedeutende graue Masse (Corpus subthalamicum — Luys'scher Körper — Forel'scher Körper, — Nucleus amygdaliformis — Linsenplatte — bandelette accessoire de l'olive superieure); aus diesem Ganglion treten Fasern — beim Pavian in besonders deutlichen, gröberen Bündeln — durch den Hirnschenkel hindurch und lagern sich dem Tractus opticus an, um mit ihm nach vorne zum Chiasma zu ziehen (J. Stilling, Centralblatt f. d. med. Wiss. 1878 Nr. 22). Diese Faserbündel zeichnen sich beim Menschen durch ihre besonders starken, markreichen Nervenfasern aus und bilden am Tuber cinereum eine von dem eigentlichen Chiasma meist durch einen Streifen grauer Substanz getrennte Commissur (Meynert'sche Commissur). — Bei den Säugetieren liegt die Meynertsche Commissur meist nicht so versteckt, wie beim Menschen (beim Kaninchen ist sie in der Regel ohne Weiteres dadurch kenntlich, dass sie den hinteren Rand des Tractus nur in seinem medialen Anteil begleitet, und dann verschwindet), sie ist aber doch noch fast immer von einer dünnen Lage grauer Substanz bedeckt.

3. Als direkte spinale Wurzel bezeichnet J. Stilling (Arch.

f. mikr. Anat. XVIII) ein Faserbündel, welches er durch Zerfaserung gehärteter und in Holzessig macerirter menschlicher Hirne darstellen konnte, und das dicht vor dem äußeren Kniehöcker in den Großhirnschenkel übergehen, an dessen Oberfläche gegen das Rückenmark ziehen und sich teilweise bis in die Pyramidenkreuzung verfolgen lassen soll.

4. Von anderen (Gudden, Wernicke) wird ein ganz ähnliches Faserbündel (die innersten Tractusbündel) beschrieben, welches sich zum äußersten Teil des Hirnschenkelfußes abzweigt; die genannten Autoren verfolgen aber dieses Bündel nicht gegen das Rückenmark, sondern in gerade entgegengesetzter Richtung gegen das Großhirn hin, und Wernicke nimmt an, dass es (direktes Hemisphärenbündel von Gudden) sich weiterhin dem erwähnten sagittalen Marklager des Hinterhauptslappens zugselle und an die occipitale Hirnrinde gelange; es wäre dies also eine direkte corticale Tractuswurzel.

5. In der letzten Zeit hat J. Stilling (Ueber einige neue Opticusverbindungen. Centralbl. f. Augenheilk. Dec. 1880) noch eine Reihe weiterer Verbindungen des Tractus opticus angegeben. Eine große Anzahl von Tractusfasern soll sich an die Innenfläche des inneren Kniehöckers schlagen, und ohne in dieses Ganglion einzutreten unter den hinteren Vierhügelarm direkt in die Schleife übergehen; in der Schleife könne man die Opticusfasern bis zur unteren Olive verfolgen. Es mag bemerkt werden, dass auch Roller (Die Schleife. Arch. f. mikrosk. Anatomie XIX. Bd.) eine direkte Verbindung der Schleife mit Tractusfasern, welche vom inneren Kniehöcker herkommen, beschreibt.

Andere von den Fasern des Tractus, welche sich an das Corpus geniculatum med. schlagen, gehen nach Stilling's Angaben direkt in den Oculomotoriuskern und wieder andere durch die Bindearme ins Kleinhirn. Es ist einleuchtend, dass es von nicht geringem physiologischem Interesse wäre, wenn gerade diese beiden letztgenannten Verbindungen sich bestätigen würden.

Bisher haben wir uns darauf beschränkt, die Frage zu erörtern: woher bezieht der Tractus opticus seine Fasern? Wir haben dabei nur jene Ursprungsweisen berücksichtigt, welche durch die neuesten Forschungen bestätigt oder neu aufgedeckt worden sind.

Es ist aber eine, von Manchen noch immer nicht genügend gewürdigte Tatsache, dass ein großer Teil der Tractusfasern im Chiasma weder zum Nervus opticus der anderen, noch zu dem derselben Seite tritt, somit gar nicht zu einem der beiden Bulbi gelangt.

Der sicherste Weg, um in diese Frage Klarheit zu bringen, war der, welchen Gudden einschlug. (Experimentaluntersuchungen über das Nervensystem. Arch. f. Psych. II u. Ueber die Kreuzung der Nervenfasern im Chiasma nervorum opticor. Graefe's Arch. f. Ophthalmo-

logie XX., XXI. und XXV. Bd.). Gudden hat neugebornen Tieren einen oder beide Bulbi exstirpirt, und die centralen Schapparate untersucht, nachdem die Tiere erwachsen waren. Nach beiderseitiger Bulbusexstirpation fanden sich beide Nervi optici und von beiden Tractus ein großer Teil atrophirt; ebenso atrophiren Pulvinar, äußerer Kniehöcker und vorderer Vierhügel, und zwar bei einseitiger Bulbusentfernung nur an der entgegengesetzten Seite. Es stehen demnach diese Fasern, welche ihrer Endigung nach ziemlich genau der äußeren Tractuswurzel entsprechen, entschieden in inniger direkter Beziehung zum Sehen. Andrerseits bleibt aber im Tractus ein beträchtliches Bündel (circa $^1/_3$ des Gesammtquerschnittes einnehmend) von der Atrophie verschont (Commissura inferior von Gudden), welches, da auch innerer Kniehöcker und hinterer Vierhügel an der Atrophie nicht participiren, wenigstens zum Teil der inneren Tractuswurzel gleichzustellen ist.

Die Commissura inferior besteht aus den feinsten Fasern, und kann daher beim Kaninchen, dessen Tractus sich sonst durch relativ dicke Fasern auszeichnet, auch am Querschnitt des gesunden Organes erkannt werden — ein ganz ähnliches Verhalten zeigt die Commissura inferior nach der Angabe Mayser's (Gudden, Arch. f. Ophth. XXV) auch bei verschiedenen Cyprinoiden. — Wol davon zu unterscheiden ist die früher erwähnte Meynert'sche Commissur, welche überhaupt keinen integrirenden Anteil des Tractus opticus darstellt, und demselben nur mehr oder minder anliegt.

O. Purtscher (Graefe's Arch. f. Ophthalmologie XXVI. Bd., Ueber Kreuzung und Atrophie der Nervi und Tractus optici) hat eine größere Anzahl menschlicher Gehirne mit Opticusatrophie untersucht, darunter auch drei Fälle, in denen die Sehnerven beiderseits vollständig atrophisch waren; er fand in allen drei Fällen die Meynert'sche Commissur, sowie die Commissura inferior von Gudden vollkommen intact. — Sonst war der Tractus beiderseits ganz atrophirt mit Ausnahme einiger kleiner Faserbündel an seinem vorderen Rande, welche also auch einem Commissurensysteme angehören dürften.

Aehnliche Versuche wie Gudden hat auch Tartuferi (Il tratto ottico ed i centri vesivi mesencefalici e corticali. Arch. ital. p. l. mal. nervos. 1881) am Kaninchen angestellt. Auch er fand nach Exstirpation eines Bulbus an der anderen Seite den hinteren Teil des Thalamus und den äusseren Kniehöcker anscheinend atrophirt; doch haben sich ihm in den genannten Ganglien unter dem Mikroskope keine Strukturveränderungen gezeigt, so dass er geneigt ist, deren Volumabnahme nicht auf ihre Atrophie, sondern nur auf die Degeneration der sie bedeckenden äusseren Tractuswurzel zurückzuführen; übrigens zeigte auch der innere Kniehöcker eine geringe Verschmächtigung aus der gleichen Ursache. — Wirklich atrophiren soll von grauen Massen nach einseitiger Bulbusexstirpation lediglich der vordere Vierhügel

der entgegengesetzten Seite, welcher demnach den einzigen wirklichen Ursprungskern der Sehnervenfasern darstellen würde. Auch jener Teil der äusseren Tractuswurzel, welcher unter dem Ganglion geniculatum extern. in den Thalamus einstrahlt, soll nicht atrophiren; doch darf nicht vergessen werden, dass Tartuferi nur einseitig operirte, und dass Gudden nun auch für das Kaninchen die Anwesenheit ungekreuzter Opticusbündel mit Sicherheit nachgewiesen hat (Arch. f. Ophthal. XXV).

Nach übereinstimmender Angabe von Gudden (Arch. f. Psych. II. B. und XI. B.) und Tartuferi atrophirt nach Exstirpation eines Auges noch ein eigentümliches Faserbündel der anderen Seite, der Tractus pedunclaris transversus (fascio uncinato von Inzani und Lemoigne); dasselbe ist bei den meisten Tieren weitaus auffallender als beim Menschen, erscheint oberflächlich vor dem vorderen Vierhügel und verläuft nach hinten und unten quer über den Hirnschenkelfuß, ohne dass über sein Endschicksal etwas genaueres bekannt wäre. Die angeführten Exstirpationsversuche beweisen nur, dass es in inniger Beziehung zu dem Sehakte selbst steht. — Die Ansicht von Schwalbe (Das Ganglion oculomotorii. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. XIII und Lehrbuch der Neurologie 1880), dass dieses Bündel möglicherweise eine Oculomatoriuswurzel darstelle, entbehrt noch der notwendigen Begründung.

Eine Frage, welche noch der Erledigung harrt, wäre die nach der Rolle, welche jenen Teilen des Tractus opticus zufällt, die nicht in den Nervus opticus eingehen. — Es ist vorderhand noch gar nicht entschieden, ob die Commissura inferior wirklich nur aus Commissurenfasern zwischen gleichwertigen Organen beider Hemisphären besteht, oder aber (Tartuferi) vielmehr als gekreuzte Verbindung verschiedenartiger Gebilde aufzufassen ist.

Die Kreuzungsverhältnisse des Opticus im Chiasma wurden im Vorhergehenden absichtlich so wenig als möglich berührt; es ist dies wieder eine Frage für sich.

Obersteiner (Wien).

A. Lustig, Ueber die Nervenendigung in den glatten Muskelfasern.

(Aus dem physiologischen Institute der Universität Wien.) Sitzb. der k. Akad. der Wisssensch. III. Abth. Bd. LXXXIII. März-Heft Jahrg. 1881.

Ich untersuchte die Nervenendigungen in der glatten Muskulatur des Meerschweinchens, des Schweines und anderer Tiere. Nach wiederholten Versuchen kam ich zur Ueberzeugung, dass folgende Untersuchungsmethode die geeignetste für den vorliegenden Zweck sei.

Ich füllte gleich nach dem Tode die Harnblase oder den Darm

eines Meerschweinchens prall mit einer Mischung von Ameisensäure und Wasser zu gleichen Teilen, und legte das Organ in eine gleiche Flüssigkeit. Durch dieses Verfahren ging ein Teil des Bindegewebes zu Grunde, und ich konnte die Muscularis von der Mucosa leicht abpräpariren.

Darauf brachte ich die Muscularis in eine einprocentige Goldchloridlösung, — in 25 bis 35 Minuten war sie gefärbt. Zur Reduction — die ich in einem dunklen Raume vor sich gehen ließ — benützte ich die Pritchard'sche Säurelösung.

Die dunkel gefärbten Präparate legte ich in eine Mischung von gleichen Teilen Wasser, Glycerin und Salpetersäure: auf diese Weise erreichte ich nach 24 bis 26 Stunden meinen Zweck: die Muskelfasern waren isolirt. — Die so isolirten Muskelfasern wurden nachher in Glycerin untersucht.

Selbstverständlich wurden durch dieses Verfahren manche Verbindungen zerstört; das kann ich mit Bestimmtheit aussagen, denn ich sah viele frei schwimmende Nerven zwischen den Muskelzellen.

Nach meinen Beobachtungen waltet kein Zweifel ob, dass eine Verbindung sowohl zwischen Muskelzelle und Nerv, als auch zwischen Muskelkern und Nerv existire.

Wie die meiner Arbeit beigefügten Zeichnungen zeigen, sind Berührungsstelle und Berührungsweise ziemlich constant.

Entweder tritt eine dunkelgefärbte Nervenfaser gegenüber dem Muskelkern mit der Muskelzelle in Berührung und läuft dann am Rande der Muskelzelle weiter, oder diese Nervenfaser schickt gegenüber dem Muskelkern zwei Aestchen ab, die nach entgegengesetzter Richtung dem Muskelzellenrand entlang laufen; der Hauptast geht weiter, wahrscheinlich zu noch anderen Muskelzellen. Alle diese Nerven schicken von der Berührungsstelle mit der Muskelzelle einen oder mehrere Endäste zu den Kernkonturen; auf dem Kern selbst sah ich mehrmals divergirende Streifen, welche als Fortsetzungen des Nervenendastes erschienen.

Auch zu den an beiden Polen des Muskelkerns befindlichen, durch Gold dunkelgefärbten Kernfortsätzen (Protoplasmafortsätze) gehen von dem mit der Muskelzelle parallel laufenden Nerven Endäste ab.

Ich habe zuweilen auch, was sehr wichtig ist, Verbindungen eines und desselben Nervenendes mit den Protoplasmafortsätzen zweier neben einander liegender Muskelzellen gesehen.

Aus diesen kurzen Angaben folgt, dass die Verbindung mit dem Muskelkerne, trotzdem sie oft geläugnet wurde, allem Anscheine nach existirt.

Die Frage zu beantworten, ein wie großer Bruchteil der Muskelzellen etwa Nervenenden erhält, ist ziemlich schwierig, denn durch die Isolirungsmethode gehen doch viele Nervenverbindungen zu Grunde; immerhin halte ich es für möglich, dass jede Muskelfaser mit einem Nerven in organischer Verbindung sei.

Alexander Lustig (Wien).

H. C. Wood, Fever, a study in morbid and normal physiology.

gr. IV 258 S. mit 5 Tafeln. Washington City. Published by the Smithsonian Institution 1880.

Wood's Arbeit zerfällt in vier Abschnitte, die sich mit folgenden vier Problemen beschäftigen:

1) Ueber das wesentliche Symptom des Fiebers.

2) Durch welchen Mechanismus wird die Wärmebildung und Wärmeausgabe im tierischen Organismus geregelt?

3) Ueber die thermischen Phänomene des Fiebers.

4) Die Theorie des Fiebers. —

Im ersten Abschnitt theilt W. die Symptome des Fiebers in Störungen der Circulation, der Ernährung, der Nerventätigkeit und des Wärmehaushalts. Als wesentliches Fiebersymptom muss nun offenbar dasjenige angesehen werden, durch dessen alleiniges Auftreten die übrigen Symptome alle hervorgerufen werden. Einerseits auf dem Wege der Ausschließung, andrerseits durch klinische Beobachtungen und direkte Experimente geleitet, gelangt W. zu dem Resultat, dass die Störung des Wärmehaushalts als die primäre und wesentliche Erscheinung des Fiebers angesehen werden muss. In einigen interessanten Versuchen hat er die Folgen direkter Einwirkung höherer Hitzegrade auf das Gehirn untersucht und gefunden, dass dieselben ganz den nervösen Symptomen des Fiebers entsprechen. Ebenso zeigt das Herz, der direkten Hitzewirkung ausgesetzt, Fiebersymptome. Zenker's und Litten's Untersuchungen zeigen, dass erhöhte Temperatur allein hinreicht, um in Muskeln und Drüsen diejenigen Veränderungen hervorzurufen, die wir beim Fieber zu sehen gewohnt sind. Alle diese Veränderungen sind in ihrer Intensität bis zu einem gewissen Grade direkt proportional der Höhe der einwirkenden Temperatur und gehen zurück, sobald dieselbe herabgesetzt wird, vorausgesetzt dass die Einwirkung nicht schon zu lange angedauert hat. Die gestörte Wärmeregulation allein vermag also alle Erscheinungen des Fiebers zu erklären und ist daher als das wesentliche Symptom des Fiebers zu betrachten. —

Der zweite Abschnitt, der über den Mechanismus der Wärmeregulation handelt, beginnt mit einer kurzen Anführung der Literatur über Rückenmarkdurchschneidungen. Aus fremden und eigenen Experimenten leitet W. den Satz ab, dass nach Durchschneidung des Halsmarkes die Temperatur des Versuchstieres fällt; bringt man das Tier in einen über die Körpertemperatur desselben erhitzten Raum oder verhindert man die Wärmeabgabe durch Einwickelung in Watte etc., so steigt in vielen Fällen, aber nicht immer die Temperatur schneller an als die eines gesunden Tieres unter gleichen Verhältnissen und erreicht schließlich eine fieberhafte Höhe. Die von Naunyn und Quincke behauptete postmortale Temperatursteigerung

hat W. nie gesehen. Je kräftiger das Tier ist, desto sicherer kann man auf eine abnorme Temperatursteigerung rechnen. — Beruht nun der constant nach der Operation beobachtete Temperaturabfall auf verminderter Wärmeproduktion oder auf vermehrter Wärmeabgabe? Diese noch immer nicht entschiedene Frage ist nur auf calorimetrischem Wege zu lösen, den in neuerer Zeit Senator mit Erfolg betreten hat. W.'s Calorimeter, für dessen Beschreibung ich auf das Original verweisen muss, ist in seiner Anordnung durchaus dem von Senator gebrauchten ähnlich. Vor Benutzung desselben hat W. die Leistungsfähigkeit und die Fehlerquellen seines Apparates genau bestimmt und ist überhaupt bei seinen Versuchen mit der peinlichsten Sorgfalt vorgegangen. Das Verständniss des ziemlich complicirten Apparates ist durch zwei gute Tafeln sehr erleichtert. Als die günstigste Versuchsanordnung hat W. die erkannt, wenn die Eigentemperatur des Apparats niedriger ist als die der umgebenden Zimmerluft; jedenfalls darf sie nicht wesentlich höher sein. Nach einer ausführlichen Darlegung der Versuchsanordnung und der Methode der Berechnung teilt W. nun eine Reihe von Versuchen mit, die er zur Entscheidung der oben gestellten Frage angestellt hat, und die ihn zu folgendem Resultat geführt haben:

Durchschneidung des Rückenmarks oberhalb des Ursprungs der Splanchnici verursacht gewöhnlich eine unmittelbare, sehr entschiedene Steigerung der Wärmeabgabe, verbunden mit einer ebenso entschiedenen Verringerung der Wärmeproduktion.

Welches ist nun die Ursache der verminderten Wärmebildung? Von den denkbaren Ursachen weist W. von vornherein mit guten Gründen die herabgesetzte Tätigkeit des Herzens und der Respiration sowie die Muskelruhe zurück und macht die Annahme einer allgemeinen vasomotorischen Paralyse, die durch Erweiterung aller Gefäße die Circulation verlangsamt und dadurch die chemischen Umsetzungen in den Geweben herabsetzt. Um diese Annahme direkt zu erweisen, müsste man die Wirkung von Rückenmarkdurchschneidungen bei erhaltenem vasomotorischem Centrum studiren. Das Kriterium für die Erhaltung dieses Centrums ist der Einfluss der Galvanisirung eines sensiblen Nerven am curarisirten Tiere nach Durchschneidung der Vagi; bei erhaltenem vasomotorischem Centrum muss dieser Eingriff stets von einer Steigerung des arteriellen Drucks gefolgt sein. Mit Dittmar, Owsjannikoff, Heidenhain findet W. den Sitz des vasomotorischen Centrums im unteren Teile des IV. Ventrikels, nahe der Spitze des Calamus scriptorius. Zur Entscheidung der in Rede stehenden Frage handelt es sich nun natürlich darum, den Effekt von Durchschneidungen der Medulla oberhalb und unterhalb dieses Centrums zu studiren. Durchscheidungen unmittelbar unter der Spitze des Calamus scriptorius machen denselben Temperaturabfall wie Rücken-

markdurchschneidungen, nur in noch ausgeprägterer Weise. Durchschneidungen an der Grenze des Pons, die große technische Schwierigkeiten darbieten, haben früheren Untersuchern wechselnde Resultate ergeben. W. hat nur an Hunden experimentirt, da bei Kaninchen wegen ihrer Kleinheit eine Verwundung des so nahe gelegenen vasomotorischen Centrums kaum zu vermeiden ist. Er findet beim Hunde nach Verwundung der Medulla an ihrer Vereinigungsstelle mit dem Pons gewöhnlich eine Steigerung der Körpertemperatur. Nach Feststellung dieser Resultate handelt es sich nun wieder um die Entscheidung, ob diese Temperaturabweichungen Alterationen der Wärmebildung oder der Wärmeabgabe ihre Entstehung verdanken? Auch diese Frage hat W. experimentell zu lösen versucht und gelangt schließlich zur Aufstellung folgender Thesen: 1) Wunden der Medulla, die das vasomotorische Centrum lähmen, verursachen verminderte Wärmeproduktion mit häufig — wahrscheinlich immer — vermehrter Wärmeabgabe.

2) Wunden der Medulla an der Stelle ihres Uebergangs in den Pons verursachen vermehrte Wärmeabgabe und vermehrte Wärmeproduktion, und zwar so, dass letztere überwiegt, die Temperatur also ansteigt.

Woher kommt nun aber die Steigerung der Wärmeproduktion bei so hoch gelegenen Wunden der Medulla? Die gesteigerte Wärmeabgabe erklärt sich sehr leicht als ein rein regulatorischer Process. Wenn die Wärmeproduktion steigt und das vasomotorische Nervensystem richtig functionirt, so ist das Auftreten einer gesteigerten Wärmeabgabe notwendig. Zur Erklärung der gesteigerten Produktion existiren verschiedene Theorieen. Heidenhain vertritt die Reizungstheorie, d. h. er erklärt die gesteigerte Wärmeproduktion durch Reizung des in unmittelbarer Nähe der Wunde gelegenen vasomotorischen Centrums. Er schließt das daraus, dass er bei so operirten Kaninchen auch Reizungserscheinungen von Seiten des ebenfalls in der Nähe gelegenen respiratorischen Centrums gesehen hat, sowie aus den scheinbar positiven Ergebnissen einiger Reizungsversuche. W. bestreitet die Beweiskraft dieser, von Bruck und Günter ausgeführten Versuche; auch hat er keinerlei Symptome von Seiten der Respiration beobachtet, die für die Annahme einer Reizung sprächen. Der Umstand, dass die Steigerung nicht vorübergehend, sondern dauernd ist, dass sie nicht im ersten Moment am stärksten ist und dann abfällt, sondern umgekehrt allmählich ansteigt, veranlasst ihn, sich gegen die Reizungstheorie zu erklären und die in Rede stehende Temperatursteigerung als eine paralytische, durch Hinwegräumung von normaler Weise im Wege stehenden Hemmungen bedingte, aufzufassen. Es gelingt ihm auch experimentell nachzuweisen, dass Reizung der betr. Gegend der Medulla die Wärmebildung herabsetzt, während Zerstörung der Stelle dieselbe steigert. Damit gelangen wir zu der Annahme einer nor-

malen Wärmebildungshemmung im tierischen Organismus. Tscheschichin hat auf Grund eines Versuches die Behauptung aufgestellt, es existire im Gehirn, oberhalb des Pons, ein Centrum, dessen direkte Aufgabe es sei, die Wärmebildung d. h. die chemischen Umsetzungen im Organismus zu hemmen, ein Wärmehemmungscentrum. Eine solche Annahme ist wohl möglich, aber bisher unerwiesen. Mit mindestens ebenso viel Recht kann man eine andere Annahme machen. Die Wärmebildung geschieht nämlich jedenfalls zum größten Teil in den Muskeln. Nun beherrscht aber — nach dieser Annahme — das sog. vasomotorische Centrum von der Medulla nur die Cirkulation in den Abdominalorganen, während oben im Gehirn noch ein vasomotorisches Centrum für die Muskulatur existirt. Für gewöhnlich hat dieses keinen erkennbaren Einfluss auf den Arteriendruck wegen der relativen Geringfügigkeit des von ihm beherrschten Gebiets neben den Abdominalgefäßen, die bekanntlich allein die ganze Blutmenge zu fassen vermögen. Die Ausschaltung dieses Centrums aber beschleunigt die Cirkulation in den Muskeln und steigert damit die Wärmeproduktion. — Jedenfalls handelt es sich bei der Steigerung der Wärmebildung in unserm Falle also um einen Lähmungseffekt; entweder ein Wärmehemmungscentrum oder ein vasomotorisches Centrum für die Muskulatur ist ausser Tätigkeit gesetzt. Die Entscheidung zwischen diesen beiden Annahme sich für einen spätern Ort vorbehaltend, geht W. nun zu dem Einfluss über, den Respiration und Ernährung auf die Wärmebildung ausüben. Er konstatirt, dass Abtrennung der Medulla vom Pons bei behinderter Respiration zwar eine anfängliche Temperatursteigerung durch Wärmeretention verursacht, aber eine Steigerung der Wärmebildung nicht hervorbringen kann. — P. Heidenhain und nach ihm Riegel geben an, dass bei Reizung eines sensiblen Nerven der Blutdruck steigt und die Temperatur fällt. Diesen Temperaturabfall motivirt Heidenhain durch gesteigerten Wärmeverlust in Folge der Veränderungen der Circulation. W. polemisirt gegen H.'s Ausführungen und führt den experimentellen Nachweis, dass der Temperaturabfall von dem Zustande der Circulation unabhängig ist. Nach Trennung der Medulla vom Pons bleibt der Temperaturabfall aus; derselbe ist also bedingt durch den Einfluss des sensiblen Reizes auf das im Gehirn gelegene Centrum, dessen Sitz zu suchen nun sich als die nächste Aufgabe der Forschung darstellt. Kaustische Injectionen in die Gegend des Pons führten zu keinem Resultat, was bei der Rohheit der Methode auch durchaus begreiflich erscheint. Um irgend einen Anhalt bei seinem Suchen nach dem Sitze des Centrums zu haben, knüpfte W. an die Untersuchungen von Eulenburg und Landois an. Diese hatten gefunden, dass beim Hunde die Zerstörung einer bestimmten Hirnregion in der Nähe des Sulcus cruciatus (Hitzig'sche Region) die Temperatur der Extremitäten der entgegengesetzten Seite steigert; für die Vorder- resp. Hinterbeine

fanden sie je ein gesondertes Centrum. Reizung der betreffenden Region bewirkt Abkühlung der entsprechenden Extremitäten. W. versuchte nun, ob die Zerstörung dieser Region Einfluss hat auf die allgemeine Wärmeproduktion. Durch zwanzig mühevolle Experimente gelangt er zu einem bestätigenden Resultat. Vierzehnmal war die in Rede stehende Gegend, sechsmal waren andere Hirnteile von der Zerstörung betroffen worden. In keinem von den letzteren sechs Fällen zeigte sich die Wärmebildung irgendwie geändert; in dreizehn von den vierzehn geglückten Experimenten war sie gesteigert, in einem Falle hatte die Bildung eines großen Blutcoagulums das Resultat verdunkelt. Die Steigerung betrug bei beiderseitiger Verletzung bis 47 %, bei einseitiger bis 17 %. — Analoge Versuche mit derselben Region ergaben eine Herabsetzung der Wärmeproduktion. — Die Dauer der gesteigerten Wärmeproduktion ist nicht festgestellt, aller Wahrscheinlichkeit nach ist dieselbe aber nur vorübergehend, so dass W. annimmt, dass in der betreffenden Region nicht der eigentliche Sitz des Centrums ist, sondern dass dieselbe nur in irgend einer Weise so mit demselben verbunden ist, dass ihr Zustand den Zustand des Centrums beeinflusst. W. sieht als den wahrscheinlichen Sitz des Centrums den Pons an. Bei dieser Gelegenheit macht er die Bemerkung, dass sehr wohl Zerstörungen, die beim Hunde nur einen zeitweiligen Ausfall der Funktion bedingen, beim Menschen deren dauernde Vernichtung hervorrufen können. Denn je höher ein Tier entwickelt ist, desto ausgebildeter ist die Differenzirung in seinem Centralnervensystem und desto weniger ist der eine Hirnteil befähigt, die Funktionen eines anderen, zerstörten mit zu übernehmen.

Von dem nun gewonnenen Standpunkte aus versucht W. eine Entscheidung zu treffen zwischen den beiden oben angeführten Theorien über die Ursache der abnormen Wärmeproduktion nach Abtrennung der Medulla vom Pons, die entweder durch Lähmung eines Wärmehemmungscentrums oder eines vasomotorischen Centrums für die Muskulatur bedingt sein sollte. Wenn letzteres existirt, so muss es entweder in der Hitzig'schen Region liegen oder doch durch den Zustand derselben direkt beeinflusst werden, Eingriffe in diese Region mussten also eine Wirkung auf den Blutdruck äussern. Nachdem W. experimentell festgestellt hat, dass weder Reizung noch Zerstörung der Hitzig'schen Region Einfluss auf den arteriellen Druck hat, ob nun die Vagi erhalten oder durchschnitten sind, — wiederholt er die Versuche nach Durchschneidung der Splanchnici. Denn er hält es für denkbar, dass bei Erhaltung der Splanchnici gegenüber dem mächtigen Einflusse derselben auf die Circulation die relativ geringfügigen Veränderungen in dem von dem angenommenen Centrum beherrschten Gebiete nicht in die Erscheinung treten, während dieselben nach Ausschaltung des medullaren vasomotorischen Centrums vielleicht erkennbar werden. Der Versuch widerlegt auch diese Voraussetzung und

macht damit die Annahme eines vasomotorischen Centrums für die Muskulatur hinfällig. W. schließt sich daher der Theorie Tscheschichin's vom Vorhandensein eines Wärmehemmungscentrums in oder über dem Pons an.

In Bezug auf die Frage nach dem Vorhandensein und dem Sitz dieses Centrums beim Menschen sind wir auf eine ziemlich dürftige und vieldeutige Reihe von klinischen Beobachtungen beschränkt, aus der sich höchstens eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür ableiten lässt, dass derselbe im Pons gelegen ist. —

Der nun folgende dritte Abschnitt beschäftigt sich mit der Frage, ob die Temperatursteigerung im Fieber durch gesteigerte Wärmebildung oder verminderte Wärmeabgabe bedingt ist? Dieser Frage hat man einerseits durch Berechnung, andrerseits durch Experimente an Menschen und Tieren näher zu treten gesucht. Von den Experimenten an Menschen werden die von Liebermeister und Leyden hervorgehoben. Liebermeister fand den Wärmeverlust des Fiebernden im kühlen Bade größer als den des Gesunden unter gleichen Bedingungen und glaubte danach die verminderte Wärmeabgabe als Quelle der febrilen Temperatursteigerung ausschließen zu können. Der Versuch ist aber nicht beweisend. Denn das kühle Bad wirkt als ein mächtiger Reiz steigernd auf die Wärmeproduktion und zwar um so stärker, je größer die Temperaturdifferenz zwischen dem Körper und dem Badewasser ist. Da diese Differenz beim Fiebernden größer ist als beim Gesunden, so wird derselbe natürlich mehr Wärme produciren, also auch normaler Weise mehr ausgeben. — Leyden hat die Frage zu entscheiden gesucht, indem er ein Glied eines fiebernden Patienten in den Calorimeter einbrachte und die Resultate mit den auf gleiche Weise an Gesunden gefundenen verglich. Seine Folgerungen lauten: In allen Stadien des Fiebers ist die Wärmeabgabe vermehrt, folglich muss auch ohne Zweifel die Wärmeproduktion im Fieber vermehrt sein. In den höchsten Graden des Fiebers übersteigt die Wärmeabgabe die Norm um das Doppelte, zur Zeit des kritischen Abfalls um das Dreifache. Bei diesem kritischen Abfall findet Schweissproduktion statt, während bei ansteigendem Fieber überhaupt keine Wasserproduktion selbst unter einer imperspirablen Decke nachweisbar ist. — W. wendet gegen diese Versuche ein, dass im Fieber Alterationen der Cirkulation vorliegen, durch welche vielleicht das Wärmeverhältniss der Extremitäten zum Rumpf in abnormer Weise verändert wird, so dass aus dem Verhalten eines Beines kein Rückschluss auf das des ganzen Organismus gemacht werden kann. Ferner sind die Untersuchungen nur am Tage angestellt; da die Verhältnisse während der Nacht möglicher Weise ganz andere sind, so ist kein sicheres Resultat aus diesen Beobachtungen abzuleiten. Dennoch sieht W. nach den mitgetheilten Versuchen Liebermeister's und Leyden's es als wahrscheinlich an, dass im Fieber die Wärmeproduktion gesteigert

ist. — An Hunden hat Senator mit sorgfältiger Berücksichtigung der Ernährungsverhältnisse experimentirt. Seine Versuche beziehen sich auf Hungertage. Aus denselben soll er nach W.'s Darstellung angeblich folgende Sätze ableiten: Die Wärmeabgabe ist während des Froststadiums verringert; sie ist aber vermehrt, und zwar manchmal um 70 bis 75 %, während des Höhestadiums des Fiebers und noch mehr während des kritischen Abfalls.

Es ist bedauerlich, dass W. die Arbeiten Senator's, auf denen die seinen doch zum großen Teile fußen, anscheinend nicht im Original kennt. In der oben mitgeteilten These wird Senator eine Behauptung zugeschrieben, die dieser niemals aufgestellt hat. Was hier als Resultat der Tierversuche mitgeteilt wird, bezieht sich bei Senator auf das Fieber des Menschen, das stets streng vom „Eiterfieber der Hunde" geschieden wird, und ist in ganz anderer Weise hergeleitet und begründet.

In fünf Versuchsreihen, die vor denen Senator's den Vorzug längerer Dauer haben, versucht nun W. selbstständig die Frage von der Wärmeproduktion im Fieber zu entscheiden, und gelangt schließlich zur Aufstellung folgenden Satzes: Im septischen Fieber[1]) der Hunde ist die Wärmeproduktion gewöhnlich gesteigert gegenüber der bei fieberfreien hungernden Hunden beobachteten, aber geringer als sie durch reichliche Fütterung erreicht wird; gewöhnlich entspricht der Steigerung der Wärmeproduktion eine Steigerung der Körpertemperatur; manchmal aber zeigt die Produktion eine excessive Steigerung, während die Temperatur nahe der Norm bleibt. — Bei Kaninchen scheint die Wärmeproduktion im Fieber sogar größer zu sein als bei regelmäßiger Nahrungsaufnahme. Zugleich wird festgestellt, dass die Nahrungsaufnahme regelmäßig von einer colossalen Steigerung der Wärmeproduktion begleitet ist, sowie dass in dem täglichen Ablauf der letzteren keine periodischen Schwankungen, analog denen der Körpertemperatur, zu konstatiren sind. — Diese experimentellen Resultate stimmen vollkommen mit denen Senator's und mit den von Burdon Sanderson durch Berechnung gewonnenen überein. Auch mit den von Leyden und Liebermeister vertretenen Anschauungen sind sie nach W. wohl zu vereinbaren, insofern sie ebenfalls eine Steigerung der Wärmeproduktion auf Kosten des Körpermaterials beweisen, allerdings nicht hinreichend, um den durch Wegfall der Nahrung bedingten Ausfall zu decken. Es ist aber wohl möglich, dass beim Menschen

1) W. hat, abweichend von Senator, der Bronchialsekret und frischen Eiter zur Einspritzung verwendete, putrides Blut injicirt und damit jedenfalls schwerere Krankheitszustände erzeugt. Senator hat derartige Einspritzungen wegen der darauf folgenden blutigen Diarrhöen vermieden.

— im Gegensatz zum Hunde und Kaninchen — selbst eine absolute Steigerung der Wärmeproduktion zu Stande kommt, wie die oben genannten Autoren annehmen. — Man muss nämlich stets zwei Quellen der Wärmeproduktion scheiden: erstens das Plus der Nahrung, das nicht zum Aufbau des Körpers verwendet wird und, ohne je Organbestandtheil gewesen zu sein, direkt im Blut der Verbrennung anheimfällt, und zweitens die feineren Vorgänge des Stoffwechsels in den Organen, die alle mit Wärmebildung einhergehen. Die erste Quelle fällt im Fieber weg, es müssen also für die Veränderungen des Wärmehaushalts Alterationen der chemischen Processe in den Geweben verantwortlich gemacht werden. Fieber ist demnach aufzufassen als eine komplicirte nutritive Störung, in welcher die Produktion desjenigen Teils der Körperwärme, der aus den chemischen Umsetzungen des im Körper angehäuften Materials entsteht, vermehrt ist, wobei die Steigerung den durch den Mangel an Nahrung bedingten Verlust bald übertrifft, bald wieder nicht auszugleichen vermag. Der Grad der Körperwärme im Fieber hängt im größeren oder geringeren Maße von einer Störung des natürlichen Wechselverhältnisses zwischen Wärmeproduktion und Wärmeabgabe ab, und ist kein exakter Maßstab für die Steigerung der chemischen Umsetzungen in den Geweben. Die abendliche Temperatursteigerung im septischen Fieber des Hundes und Kaninchens fällt mit einer Steigerung der Wärmeproduktion zusammen. —

Unter Zugrundelegung obiger Definition des Wesens des Fiebers entwickelt W. nun im vierten Abschnitt seine Anschauungen über den Mechanismus desselben. Diejenigen Systeme, die gleichsam ein einigendes Band um alle Teile des Organismus schlingen, und in denen daher der Ursprung von Störungen zu suchen ist, die gleichzeitig alle Gewebe des Körpers betreffen, sind das Blut und das Nervensystem. In welchem von diesen beiden ist nun der Ursprung des Fiebers zu suchen? Die Entscheidung dieser Frage ist außerordentlich schwierig. Denn selbst in denjenigen Fiebern, die wir mit Bestimmtheit auf die Einführung eines Giftes in den Kreislauf zurückführen können, bleibt es zunächst zweifelhaft, ob dieselben ihre Entstehung der direkten Einwirkung des Giftes auf das Blut zu verdanken haben, oder ob das letztere nur die Rolle des Trägers spielt und das Gift dem nervösen Centrum zuführt, auf das es eine specifische, fiebererregende Wirkung ausübt. Eine überaus wichtige Gruppe, die sog. Entzündungsfieber, hat Billroth studirt und hat ihre Entstehung auf die Resorption eines in loco affectionis gebildeten Giftes zurückgeführt. Durch eine Reihe von klinischen Beobachtungen und experimentellen Untersuchungen, zu welchen W. noch einige neue hinzufügt, hat er diese Annahme zur Gewissheit erhoben. Dennoch bleibt

eine Reihe von leichten Fiebern, wie die Zahnfieber der Kinder, die nach Einschnitt in das Zahnfleisch aufhören, die eintägigen Fieber nach leichten Verdauungsstörungen u. a., die nicht wohl auf eine Blutvergiftung zurückgeführt werden können. Vor Allem aber fragt es sich, ob denn nun das resorbirte Gift direkt vom Blute aus auf das Protoplasma wirkt, oder ob erst die Vermittelung eines nervösen Centrums dazwischen tritt? Betrachten wir das Malariafieber mit seinem typischen Ablauf, in welchem ein Fieberanfall von einer Neuralgie ersetzt werden kann, ja wo manchmal der ganze Process in lokaler Beschränkung sich abspielt, so müssen wir eine vermittelnde Wirkung des Nervensystems als wahrscheinlich annehmen. — Ja selbst im septikämischen Fieber des Hundes kann man die Wärmestauung, der die Temperatursteigerung wesentlich zugeschrieben werden muss und die auf eine Contraktion der Hautgefäße zurückzuführen ist, nicht wol ohne ein Eingreifen des Nervensystems erklären. W. gelangt daher zu der These: das Fieber in Fällen von Blutvergiftung ist oft, und wahrscheinlich immer, das Resultat einer direkten oder indirekten Einwirkung des Giftes auf das Centralnervensystem.

In Bezug auf das Verhältniss des vasomotorischen Nervensystems und des Wärmehemmungscentrums zum Fieber stellt W. fest, dass ersteres im Fieber die Wärmeabgabe mehr beschränkt als im gesunden Zustande, und dass letzteres im Fieber nicht gelähmt ist, aber auch nicht mit voller Kraft funktionirt. Auf Grund dieser Tatsachen und nach ausführlicher Mitteilung der Resultate, zu denen Jürgensen betreffs des Wärmehaushalts des Gesunden und des Fiebernden gelangt ist, fasst W. seine Anschauungen in 11 Sätzen zusammen, die hier in fast wörtlicher Uebertragung mitgeteilt werden sollen:

1) Der gesunde Mensch hat eine bestimmte mittlere Temperatur, die regelmäßige, rhythmisch ablaufende Veränderungen zeigt und von störenden Einflüssen nicht zu alteriren ist, soweit dieselben nicht krank machend wirken.

2) Die Erhaltung der normalen Temperatur und ihres rhythmischen Ablaufs ist abhängig vom Nervensystem, das innerhalb gewisser Grenzen die Wärmebildung und Wärmeabgabe beherrscht.

3) Der hauptsächlichste Faktor bei der Regelung der Wärmeabgabe ist — unseres Wissens — das vasomotorische Nervensystem, das beim Menschen die sekretorischen Schweißnerven enthält; diese können durch Kontraktion der oberflächlichen Kapillaren und durch Unterdrückung der Hautsekretion den Wärmeverlust auf ein Minimum reduciren, bezüglich durch ein umgekehrtes Verhalten denselben auf ein Maximum steigern.

4) Das einzige Centrum, das ohne Vermittelung der Cirkulation die Wärmebildung beeinflussen kann, hat seinen Sitz im Pons oder oberhalb desselben, und ist wahrscheinlich ein Wärmehemmungscentrum.

Jedenfalls wirkt es durch die Vermittelung subordinirter, im Rückenmark gelegener Centren.

5) Fieber ist eine nutritive Störung, in welcher eine Steigerung der Körpertemperatur und der Wärmeproduktion durch Beschleunigung der chemischen Umsetzungen in dem Material des Körpers vorhanden ist. Diese Steigerung der Produktion ist manchmal ausreichend, manchmal nicht ausreichend, um den Ausfall desjenigen Teils der tierischen Wärme auszugleichen, der der direkten Verbrennung der eingeführten Nahrung seine Entstehung verdankt und bei der stark herabgesetzten Ernährung im Fieber fortfällt. Die Temperaturerhöhung im Fieber ist daher nicht von der gesteigerten Wärmeproduktion allein abhängig, da im Fieber oftmals absolut weniger Wärme gebildet wird als bei ausreichender Ernährung, wenn die Temperatur sich normal verhält; ebenso kann eine excessive Wärmeproduktion auf Kosten des Körpermaterials stattfinden, ohne dass die Körpertemperatur eine abnorme Höhe erreicht. —

6) Im Fieber zeigt die Temperatur rhythmische Veränderungen im Laufe des Tages, die den normalen parallel verlaufen und nur einen höheren Mittelwert haben.

7) Vasomotorische Lähmung erzeugt am Fiebernden einen Temperaturabfall, der dem am Gesunden beobachteten an Intensität überlegen ist.

8) Die Herabsetzung der Wärmeproduktion nach Durchschneidung des Rückenmarks ist am fiebernden Tiere weit stärker als am gesunden.

9) Das Wärmehemmungscentrum ist im Fieber nicht gelähmt, aber in seiner Wirksamkeit geschwächt.

10) Die klinischen Erscheinungen des Fieberanfalls z. B. bei Intermittens, scheinen in ihrer Anordnung und ihrem Ablauf entschieden vom Nervensystem abzuhängen.

11) In den meisten, und wahrscheinlich in allen schweren Fällen von Fieber cirkulirt im Blute ein Gift, das manchmal im Organismus entstanden, in anderen Fällen von außen eingedrungen ist.

G. Kempner (Berlin).

Eugen Bleuler und Carl Lehmann, Zwangsmässige Lichtempfindungen durch Schall und verwandte Erscheinungen auf dem Gebiete der andern Sinnesempfindungen.

8°. 96 Seiten und 2 Tabellen. Leipzig 1881. Fues' Verlag (R. Reisland).

Die vorliegende Arbeit, von zwei Candidaten der Medicin verfasst, beschäftigt sich mit einer Gruppe von Erscheinungen, die trotz ihres theoretischen Interesses und ihrer weiten Verbreitung bisher unver-

hältnissmäßig wenig Beachtung gefunden haben. Es handelt sich um die bei vielen Menschen zur Beobachtung kommenden unwillkürlichen Associationen von Erinnerungsbildern eines Sinnes mit Wahrnehmungen im Gebiete anderer. Zuerst von Fechner genauer abgehandelt, wurden sie 1873 von dem Stud. phil. Nussbaumer in Wien nach seinen subjektiven Erfahrungen eingehend beschrieben. Auch Wundt gedachte ihrer in seiner physiologischen Psychologie, schrieb ihnen für die ästhetischen Wirkungen eine große Bedeutung zu und führte sie z. Theil auf „Analogien der Empfindung“ zurück, indem er gleichartige Elemente der verschiedenen Sinnesempfindungen, namentlich den begleitenden Gefühlston, als das associative Bindeglied zwischen der primären Wahrnehmung und dem associirten Erinnerungsbilde betrachtete. In neuester Zeit hat Fechner Fragebogen versandt, welche speciell dem Studium der hier sich aufdrängenden Probleme dienen sollen. Ohne zunächst von diesem Unternehmen zu wissen, sammelten die beiden Vf., von denen Bleuler sehr reich an solchen „Sekundärempfindungen“ ist, während Lehmann dieselben bei sich gar nicht kennt, durch vorsichtiges Ausfragen die Angaben von 596 Personen der verschiedensten Kategorien. Unter denselben befanden sich 76 (12,5 %) „Positive“, d. h. solche, welche die fraglichen Erscheinungen in mehr oder minder ausgeprägter Weise darboten. Allerdings waren die individuellen Schwankungen dabei sehr große. Jugendliche und gebildete Personen ergaben häufigere und ausgedehntere Resultate, als ältere und ungebildete. Von großer Bedeutung war in dieser Richtung auch die Erblichkeit, ohne dass sich, wie man anfangs vermutete, gerade psychopathische Disposition als bestimmendes Moment erwiesen hätte.

Einzelne Sekundärempfindungen sind fast allgemein verbreitet und haben auch in der Sprachbildung ihre Spuren zurückgelassen, wie die Ausdrücke „helle Töne, scharfes Zischen, schreiende Farben u. ähnl.“ bezeugen. Bei weitem am häufigsten kommen die „Photismen“ vor, sekundäre Licht- und Farbenempfindungen, unter denen wieder die durch Klänge und Geräusche (auch durch Sprachlaute) erzeugten die erste Stelle einnehmen. Interessanter Weise lässt sich hier ein ganz regelmäßiger Einfluss der einzelnen die Gehörswahrnehmung zusammensetzenden Elemente auf die Gestaltung des Photisma nachweisen. So wird bei den Klängen durch die Tonhöhe im Allgemeinen die Helligkeit, durch die Klangfarbe die Nüance des Photisma bestimmt, ja es sollen akustisch nicht getrennt wahrnehmbare Obertöne sich bisweilen im Photisma mit der ihnen entsprechenden Farbe geltend machen. Hohen Tönen associiren sich helle Farben, tiefen Tönen dunkle, zwischen beiden besteht eine fortlaufende, individuell gefärbte Skala. Zusammenklänge erzeugen meist Mischphotismen aus den einzelnen Componenten, doch existiren in einzelnen Fällen auch allgemeinere Photismen für Consonanz und Dissonanz, für die verschiedenen Tonarten,

für ganze Musikstücke, wobei die Partialphotismen in den Hintergrund treten. Die den Klängen nahe stehenden Vokale zeigen auch in ihren Photismen eine gewisse Verwandtschaft mit jenen. Den meistens als „hohe" Vokale gedachten **i** und **e** entsprechen sehr vorwiegend weiß und gelb, während dem **u** regelmäßig ein dunkles Photisma zukommt und **a** und **o** in der Mitte stehen. Die Photismen der Umlaute pflegen denjenigen der Stammlaute ähnlich zu sein; diejenigen der Diphthonge sind aus den Componenten entweder einfach zusammengesetzt oder gemischt. Außer von dem rein akustischen Charakter der Wahrnehmungen scheinen übrigens die Photismen hier auch von den Anklängen an die Vokale der Farbennamen bisweilen beeinflusst zu werden.

Eine weit geringere Mannigfaltigkeit, als die Photismen der Klänge und Vokale bieten jene der Geräusche und der sich ihnen anschließenden Consonanten dar. Hier herrschen unbestimmtere Farbentöne, namentlich graue und braune vor. Aus den einzelnen Componenten setzen sich durch einfache Nebenordnung die Photismen ganzer Worte zusammen, seltener entstehen Mischfarben, doch scheint eine gewisse Irradiation vorzukommen. Im Allgemeinen herrschen die Vokalphotismen dabei vor. Bisweilen tritt hier indessen noch ein neues Moment bestimmend hervor, nämlich der Sinn der Worte. Die an ihn sich anknüpfenden Farbenassociationen lassen keine durchgreifende Gesetzmäßigkeit erkennen, da sie in der Regel reinen Zufälligkeiten und nicht einem innern organischen Zusammenhange ihren Ursprung verdanken dürften. Die Vff. haben diese Associationen als „Begriffsphotismen," wol nicht ganz zutreffend, bezeichnet.

Alle Schallphotismen pflegen an dem scheinbaren oder wirklichen Orte der Schallquelle lokalisirt zu werden, selten in der Stirngegend. Während dabei die Klang- und Geräuschphotismen meist eine unbestimmte Begrenzung haben und nur ausnahmsweise in Form von Wellenlinien, Scheibchen oder sonstigen einfachen Figuren auftreten, gewinnt bei den Photismen der Sprachlaute das Schriftzeichen derselben vielfach einen gewissen Einfluss auf ihre Form, indem dasselbe entweder selbst farbig oder auf farbigem Grunde erscheint. Bei den „Begriffsphotismen" kann natürlich die Form je nach der individuellen Entstehungsweise sich außerordentlich verschieden gestalten.

Viel weniger differenzirt als die akustischen, sind die Photismen des Geruchs und Geschmaks. Unangenehmen Empfindungen entsprechen hier im Allgemeinen hässliche, angenehmen feine, hellere Farben. Für salzig und süß herrschen helle, für bitter dunkle Farben, namentlich braun, vor, während sauer in der Mitte steht. Gelb, braun und rot sind überhaupt am meisten vertreten. Bisweilen erscheint das Photisma durch die Farbe des wahrgenommenen Objects beeinflusst, an dessen Ort es auch fast regelmäßig lokalisirt wird. Im Bereiche des Hautsinns finden sich nur vereinzelte Sekundärempfindungen. Scharf lokalisirten und wenig ausgedehnten, sowie schmerzhaften

Eindrücken entsprechen helle, grelle Farben, unbestimmten, dumpfen und ausgebreiteten dagegen dunkle; rot, gelb und grau finden sich am häufigsten.

Die im Gebiete des Gehörssinnes auftretenden Sekundärempfindungen werden von den Vff. als Phonismen bezeichnet. Dieselben tragen den Character von Geräuschen und wurden bisher nur im Anschlusse an Gesichtswahrnehmungen beobachtet. Indem die Vff. sich das Phonisma in einen rein geräuschartigen „consonantischen" und einen mehr klingenden „vokalischen" Bestandteil zerlegt denken, kommen sie zu dem Schlusse, dass der erstere durch die Form und Bewegung, der letztere durch die Farbe, und die Höhe des Ganzen durch die Helligkeit des betrachteten Objectes hauptsächlich bestimmt werde. Wie es im Hinblick auf einzelne Tatsachen den Anschein hat, besteht vielfach zwischen Phonismen und Photismen ein gewisses Reciprocitätsverhältniss, insoferne eine Empfindung eines Sinnesgebiets nicht nur eine andere in einem anderen associativ hervorrufen, sondern umgekehrt gelegentlich auch von jener als Sekundärempfindung erzeugt werden kann.

Ein gemeinsames Charakteristikum aller Sekundärempfindungen ist ihre Constanz. Bei den mit ihnen ausgestatteten Personen treten dieselben mit der größten Sicherheit und Gleichmäßigkeit auf, sobald der primäre Sinneseindruck gegeben ist, ohne dass eine Willensanstrengung oder ähnliche Einflüsse sie unterdrücken oder verändern könnten. Nur bei der erstmaligen Entstehung gewinnen, wie z. Teil bereits angedeutet, nicht selten allerlei Zufälligkeiten, die besondere psychische Disposition u. s. f. größere Bedeutung. Auf der andern Seite spielen aber die Sekundärempfindungen, wie alle Associationen, in unserem Vorstellungsleben eine nicht unbedeutende Rolle, namentlich wol auf dem Gebiete der Aesthetik; auch dürften sie vielfach die tiefere Grundlage für die Vergleichungen verschiedener Sinneseindrücke abgeben.

Die Frage nach dem Wesen der Sekundärempfindungen ist von den Vf. nicht beantwortet worden. Indem sie eine Reihe ihnen aufgestoßener Erklärungsversuche zurückweisen, kommen sie zu dem Schlusse, dass die Lösung der Frage in der Natur der Nervenprocesse selbst zu suchen sei und deuten dabei an, dass sie geneigt seien, jene Erscheinungen als atavistische aufzufassen, insoferne es eine Entwicklungsstufe gegeben haben müsse, auf der die einzelnen Empfindungsqualitäten noch nicht getrennt waren. Dem Ref. scheint gerade diese Ueberlegung die ähnlich schon von Wundt aufgestellte Annahme nahe zu legen, dass den aus gemeinsamer Wurzel herausdifferenzirten Empfindungsqualitäten noch jetzt gemeinsame Elemente zukommen, die als das associative Band zwischen primären und sekundären Empfindungen anzusehen wären, seien dieselben im Gefühlstone, oder was für viele Fälle wahrscheinlicher ist, in einfachen Componenten der

intranervösen Erregungszustände zu suchen. Für die „Begriffsphotismen“ würde der Zusammenhang ein mehr äußerlicher, auf erworbener Association beruhender sein. — Den Schluss des vorliegenden, anspruchslos aber mit wissenschaftlichem Ernste geschriebenen Buchs, bildet die Zusammenstellung des von den Vf. gesammelten Beobachtungsmaterials, z. Theil in Tabellenform. Leider ist es an dieser Stelle nicht möglich, auf dieses interessante Detail näher einzugehen; sicherlich aber wird eine weitere Verfolgung der zahlreichen, hier sich ergebenden Perspectiven die Aussicht haben, namentlich über das Gebiet der associativen Vorgänge noch manche willkommene Aufklärungen zu liefern. —

E. Kraepelin (München).

Ernst Brücke, Vorlesungen über Physiologie.

Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. Erster Band. VI u. 546 S. 8. Mit 81 Holzschnitten. Wien 1881. Wilhelm Braumüller.

Immanuel Munk, Physiologie des Menschen und der Säugetiere.

Ein Lehrbuch für Studirende. VIII u. 546 S. 8. Mit 68 Holzschnitten. Berlin 1881. August Hirschwald.

Als ich vor mehreren Jahren Brücke's Vorlesungen in der Jenaer Literaturzeitung anzeigte, wies ich darauf hin, wie lehrreich es für denjenigen, der Physiologie vorzutragen hat, sein müsse, zu sehen, wie ein so bewährter Forscher und Lehrer wie Brücke die Aufgabe erfasse, wie aber das Buch auch gerade für den Studirenden zum Nachlesen und Lernen des in den Vorlesungen Gehörten durch seine lebendige, fesselnde Vortragsweise vorzüglich geeignet sei. Die seitdem erschienene, vorläufig nur im ersten Bande vorliegende dritte Auflage hat keinen ihrer alten Vorzüge eingebüßt, ist durch kleine Zusätze und Verbesserungen vervollständigt und dem jetzigen Standpunkt unsrer Wissenschaft angepasst worden. Ohne dass eine wesentliche Aenderung vorgenommen wäre, merkt man doch überall die bessernde Hand des Verfassers. Namentlich ist die etwas ungleichmäßige Behandlung der einzelnen Kapitel, die ja in Vorlesungen niemals zu vermeiden ist, bei der erneuten Bearbeitung weniger auffallend, als sie es in der ersten Auflage war. So zweifeln wir nicht, dass auch diese neue Auflage sich manche neuen Freunde erwerben und viel Nutzen stiften wird.

Neben dieses schon bewährte Werk eines der hervorragendsten Altmeister unsrer Wissenschaft stellt sich das Buch eines jüngern, aber durch Einzelforschungen doch schon vorteilhaft bekannten Gelehrten. Es ist immerhin ein gewagtes Unternehmen für einen sol-

chen, zu der großen Zahl der Lehrbücher und Compendien, welche uns gerade die letzten Jahre gebracht haben, noch ein neues hinzuzufügen. Unter solchen Umständen drängt sich zunächst die Frage auf, ob sich das neue Buch von seinen Vorgängern durch irgend einen charakteristischen Zug unterscheide. Einen solchen finden wir nun in der Tat in der etwas vollständigeren Berücksichtigung der Säugetiere. Unsre gangbaren Lehrbücher geben sich als Physiologien des Menschen; wo sie auf die Verhältnisse der Tiere eingehen, geschieht dies nur zur Ergänzung der am Menschen nicht unmittelbar zu gewinnenden Daten. Bei Munk dagegen werden die Betrachtungen, soweit dies möglich ist, immer über die ganze Säugetierreihe ausgedehnt. Es kann dies durch die Absicht eingegeben worden sein, das Buch auch für die Bedürfnisse der Studirenden an Tierarzneischulen brauchbar zu machen, was dem Verfasser durch seine Stellung als Assistent am physiologischen Laboratorium der berliner Tierarzneischule nahe gelegen haben mag. Aber gerade für andre Kreise, insbesondere für die eigentlichen Physiologen von Fach werden viele der hier zusammengestellten, sonst schwer aufzufindenden Notizen häufig von Nutzen sein. Im übrigen hat der Verf. für Anfänger zu arbeiten getrachtet und diesen die „wesentlichen und gesicherten Tatsachen der Physiologie in zusammenhängender, elementarer und möglichst wenig voraussetzender Darstellung vorzuführen“ versucht. Man kann wol behaupten, dass ihm dies im allgemeinen gelungen ist, und wenn der Leser auch nicht an allen Stellen gleichmäßig diesen Eindruck empfangen mag, so liegt dies in der Natur eines solchen ersten Versuchs, und die kleinen Ungenauigkeiten und Ungleichmäßigkeiten werden gewiss bei späteren Ueberarbeitungen ausgemerzt werden.

J. Rosenthal.

Bibliographische Uebersicht.

Anatomie, Histologie und Entwicklungsgeschichte.

Mivart, The Cat: an introduction to the Study of backboned Animals especially Mammals. Illustrated with 100 Illustr. 8. 581 S. 30 Sh.

Orth, J., Cursus der normalen Histologie. 2. Aufl. Mit 107 Fig. gr. 8. Berlin, Hirschwald. 8 M.

Pansch, Ad., Grundriss der Anatomie d. Menschen. Mit 398 Holzschn. Berlin, Oppenheim. 13 M. 50 Pf.

Ranvier, L., Leçons d'anat. gén., faites au collège de France 1878—1879. 8. Paris, J. B. Baillière et fils. 10 Fr.

Romiti, G. Lezioni di Embriogenia umana e comparata dei Vertebrati. Parte 1. Embriogenia generale. 8. Siena, Bargellini. 4 L.

Stieda, L., Untersuchungen über die Entwicklung der Glandula thymus, gl. thyreoidea und gl. carotica. Mit 2 Tafeln. gr. 4. Leipzig, Engelmann. 4 M.

Zoologie.

Bronn's, Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Mit Abbild. 1. Bd. 6. u. 7. Lfg. 6. Bd. 3 Abt. 13.—15. Lfg. gr. 8. Leipzig, C. F. Winter. à 1 M. 50 Pf.

Day, J., The Fishes of Great Britain and Ireland etc. Part 1. 64 S. u. 27 Tafeln. 12 Sh.

Duval, M., Recherches sur la spermatogénèse chez la grenouille. Mit 2 Tafeln. gr. 8. Paris, J. B. Baillière et fils. fr. 2.

Häckel, E., Das System der Medusen. I. Teil. Monographie der Medusen. Mit Atl. von 40 Tafeln. 2. Hälfte. System der Acraspeden. Mit 20 Tafeln. Imp. 4. Jena, Fischer. 60 M.

Häckel, E., Metagenesis und Hypogenesis von Aurelia aurita. Mit 2 Tafeln. Imp. 4. Jena, Fischer. 4 M. 50 Pf.

Hartmann, R., Der Gorilla. Zool. zoot. Unters. 13 Holzschn. und 21 Tafeln. gr. 4. Leipzig, Veit u. Co. 30 M.

Hayek, G. v., Handb. der Zool. 13. Lfg. Mit 56 Holzschn. gr. 8. Wien, Gerold's Sohn. 2 M.

Hörness, R., und M. Auinger, Die Gastropoden der Meeresablagerungen der 1. u. 2. miocaenen Mediterranstufe in der österr. ung. Monarchie. 2. Lfg. Wien, Hölder. Mit 6 Tafeln fol. 16 M.

Jensen, O. S., Die Struktur der Samenfäden. 1 Taf. gr. 8. Berlin, Friedländer u. Sohn. 1 M. 60 Pf.

Kayser, J. C., Deutschlands Schmetterlinge mit Berücksichtigung sämmtl. europ. Arten. 1. Lfg. 5 Taf. gr. 8. Leipzig, Abel. 1 M.

Koch, L., Die Arachniden Australiens, nach der Natur beschrieben und abgebildet. 26. Lfg. gr. 4. Nürnberg, Brauer u. Raspe. 9 M.

Lejtenyi, K., Ueber den Bau des Gastrodiscus polymastos, Lkt. Frankf. a/M. Winter. 3 M.

Loriol, P. de, Description de quatre Echinodermes nouveaux. gr. 4. Genève. 2 M. 40 Pf.

Major, C. J. Forsyth, Beiträge zur Geschichte der fossilen Pferde, insbesondere Italiens. 2 Teile. M. 8 Doppeltafeln. gr. 4. Zürich. 16 M.

Martens, E. v., Die Mollusken der Maskarenen und Seychellen. Mit 4 colorirrirten Tafeln. gr. 4. Berlin, Gutmann. 20 M.

Möbius, K., F. Richter und E. v. Martens, Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius und der Seychellen. Mit 6 Tafeln und 10 Holzschnitten. gr. 8. Leipzig, Engelmann. 8 M.

Moreau, E., Histoire nat. des poissons de France. 3 Vol. avec gravures. 8. Paris, Masson. 60 Fr.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **30. Juni 1881.** **Nr. 6.**

Inhalt: **Darwin**, Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. — **Adler**, Ueber den Generationswechsel der Eichen-Gallwespen. — **Spengel**, Die Orthonectiden. — **Tornöe** und **Collett**, Die norwegische Nordmeer-Expedition 1876—1878. — **Rollett**, Ueber die Wirkung, welche Salze und Zucker auf die roten Blutkörperchen ausüben. — **Romiti**, Vorlesungen über Embryogenie. — **Rosenthal**, Altes und Neues über Atembewegungen (Fortsetzung). — **Smith**, Die Temperatur des gereizten Säugetiermuskels.

Charles Darwin (mit Unterstützung von Francis Darwin), Das Bewegungsvermögen der Pflanzen.

Aus dem Englischen übersetzt von J. Victor Carus.

8°. 506 S. mit 196 Holzschnitten. Stuttgart 1881. E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E Koch).

Zu den rätselvollsten Vorgängen im Leben der Pflanzen gehörten bisher die geotropischen und die heliotropischen Erscheinungen; nicht als ob es an Arbeiten auf diesem schwierigen Gebiete der Pflanzenphysiologie gemangelt hätte: vielmehr haben gerade die bedeutendsten Kräfte — von neueren mögen nur Hofmeister, Sachs, Wiesner, Frank genannt sein — sich an diesen Problemen versucht; sondern das Unbefriedigende aller gewonnenen Ergebnisse lag in dem Umstande, dass ein gemeinsamer Gesichtspunkt nicht gefunden werden konnte, von dem aus die mannigfachen durch Heliotropismus und Geotropismus hervorgerufenen Bewegungen hätten erklärt werden können. Es war nicht möglich, die Gründe anzugeben für das nicht selten entgegengesetzte Verhalten verschiedener Pflanzen oder verschiedener Pflanzenteile, ja selbst der gleichnamigen Organe einer und derselben Pflanze in verschiedenen Entwicklungszuständen gegenüber der gleichen Einwirkung des Lichts oder der Gravitation. Es gelang nicht einmal, z. B. verschiedene geotropische Bewegungen, etwa das

Abwärtswachsen der Hauptwurzeln und das Aufwärtswachsen der Stengel als Modificationen eines und desselben Princips zu erkennen, viel weniger konnte man versuchen, Heliotropismus und Geotropismus auf eine gemeinsame Grundlage zurückzuführen.

Der Lösung dieser Aufgabe und im Anschluss daran einer ganzen Reihe anderer wichtiger und interessanter Fragen, bringt uns das vorliegende Buch um einen bedeutenden Schritt näher, das sich durch Scharfsinn und Sorgfalt in der Methode der Untersuchung, durch Fülle des beigebrachten Materials, Vorsicht der gezogenen Schlüsse und überzeugende Einfachheit in der Darstellung den früheren Leistungen Ch. Darwin's ebenbürtig anreiht. Das Werk hat zum Zweck, „mehrere große Gruppen von Bewegungserscheinungen, welche bei beinahe allen Pflanzen gemeinsam vorkommen, zu beschreiben und mit einander in Verbindung zu bringen", insbesondere zu zeigen, dass diese Bewegungen nur Modificationen einer bei den Pflanzen allgemein verbreiteten Grundbewegung sind.

Die besprochenen Gruppen von Bewegungen sind: Nutation, Epinastie und Hyponastie, Winden von Stämmen und Ranken, die sogenannten Schlafbewegungen der Blätter, Heliotropismus und Geotropismus.

Die allgemein verbreitete Grundbewegung der Organe höherer Pflanzen wird von den Verff. Circumnutation genannt, und ist dasselbe, was Sachs für die bis dahin beobachteten Fälle als rotirende oder revolutive Nutation bezeichnete[1]). Der erste Teil des Werks beschäftigt sich nun mit dem Nachweise, dass die Circumnutation bei den verschiedensten Pflanzen und an deren verschiedensten Organen zur Geltung kommt, allerdings oft in sehr unmerklicher Weise, so dass es besonderer, hier nicht näher zu beschreibender Methoden zu ihrer Beobachtung bedurfte. Es wird im 1. und 2. Kapitel der Beweis erbracht, dass Wurzeln, epikotyle und hypokotyle Glieder, sowie die Kotyledonen von Keimpflanzen circumnutirende Bewegungen zeigen. Eine Reihe interessanter Beobachtungen findet sich über die Circumnutation der Hypokotyle resp. Epikotyle dikotyledoner Keimlinge, bei welchen diese Organe bekanntlich bogenförmig ge-

1) Es ist die Eigentümlichkeit wachsender Pflanzenteile, dass innerhalb kürzerer Zeiträume das Wachstum in der wachsenden Zone nicht gleichmäßig an allen Punkten fortschreitet, sondern immer parallel der Wachstumsaxe eine Partie des stärksten Wachstums vorhanden ist, welche aber nach und nach alle Seiten der wachsenden Zone einmal einnimmt. Bei wachsenden Stengeln bringt in Folge dessen der jedesmal im stärksten Wachstum begriffene Längsstreifen eine Krümmung der Spitze nach der entgegengesetzten Seite zu Stande, und wegen des Fortrückens jenes im stärksten Wachstum begriffenen Längsstreifens beschreibt die Spitze eine Anzahl von Kreisen, oder genauer eine Spirale von unregelmäsig elliptischem oder ovalem Querschnitt. Diese Art zu wachsen wird Circumnutation genannt.

krümmt, das Knöspchen nach unten gewandt, den Erdboden durchbrechen; es wird gezeigt, wie das Hervorbrechen aus der Erde durch diese und einige andere näher beschriebene Einrichtungen wesentlich gefördert wird. Ganz besonders interessant ist die im 3. Kapitel besprochene Tatsache, dass die äusserste Spitze der Wurzel in einer Länge von etwa 1—1,5 mm. gegen Berührung, Aetzmittel und Unterschiede in der Feuchtigkeit der Umgebung empfindlich, und den empfangenen Reiz auf ältere Partien zu übertragen im Stande ist, in welchen sodann eine entsprechende Krümmung eintritt. Wenn die Wurzelspitze durch die Berührung eines harten Gegenstands einen Reiz erfährt, so führt die oberhalb gelegene krümmungsfähige Zone der Wurzel eine Krümmung in der Richtung von diesem Gegenstande hinweg aus; die Wurzel ist auf diese Weise in der Lage, Hindernissen aus dem Wege zu gehen, ja sogar, wie Versuche ergaben, zwischen zwei Gegenständen von größerer und geringerer Härte zu unterscheiden; sie ist somit ausgerüstet, indem sie bei der Circumnutation gewissermaßen umhertastet, im Erdboden den Weg des geringsten Widerstands ausfindig zu machen. Aeltere, aber noch im Wachstum begriffene Partien der Wurzel reagiren bei Berührung entgegengesetzt, indem sie sich nach dem berührenden Gegenstande hin krümmen. Nimmt die Wurzelspitze einen Ueberschuss von Feuchtigkeit wahr, so wird eine obere Region veranlasst, sich nach dieser Seite hin zu biegen.

Die Circumnutation ist nicht auf die Organe der Keimpflanze beschränkt, sondern sämmtliche Teile an jeder Pflanze sind, solange sie zu wachsen fortfahren, — einige Teile, welche mit Polstern versehen sind, auch nachdem sie zu wachsen aufgehört haben —, in fortwährender circumnutirender Bewegung. Dies ist im 4. Kapitel für Stämme, Ausläufer, Blütenstengel und Blätter nachgewiesen; die letzteren bewegen sich hauptsächlich in einer senkrechten Ebene, ihre Spitzen beschreiben schmale Ellipsen. Im Allgemeinen erheben sich die Blätter am Abend und senken sich am Morgen (hierbei ist indessen die eigentliche Schlafbewegung nicht mit in Betracht gezogen).

Ist sonach die allgemeine Verbreitung der circumnutirenden Bewegung nachgewiesen (deren tiefere Ursachen wir allerdings nicht kennen), so beschäftigt sich der zweite Hauptteil des Werkes damit, die Modificationen dieser Bewegung zu studiren. Dieselben können in zwei Unterklassen abgeteilt werden; in der einen derselben hängt die Modification von inneren oder constitutionellen, uns unbekannten Ursachen ab, und ist von äußeren Bedingungen unabhängig, in der zweiten hängt sie in großer Ausdehnung von äußeren Einflüssen ab, so von täglichen Aenderungen des Lichts und der Dunkelheit, oder des Lichts allein, der Temperatur oder der Anziehung der Schwerkraft. Es ist bei der Besprechung der hieher gehörigen Erscheinungen immer das Hauptgewicht auf den Nachweis gelegt, dass die betreffende Bewegung wirklich aus Circumnutation hervorgeht und

von ihr nicht wesentlich verschieden ist. Dieser Beweis wird dadurch geliefert, dass die Verff. zeigen, wie die betreffenden besondern Bewegungen allmählich in gewöhnliche Circumnutation übergehen, wenn die Ursache, welche die besondere Bewegung hervorruft, in schwächerem Grade wirkt.

Zu den Modificationen der Circumnutation aus inneren Ursachen gehört die Bewegung der kletternden Pflanzen, die Epinastie und die Hyponastie. Die Bewegungen der Kletterpflanzen und der Ranken, die durch Ch. Darwin und andere schon früher genauer studirt worden sind, unterscheiden sich von der gewöhnlichen Circumnutation nur durch Regelmäßigkeit und größere Amplitude der Schwingungen. Die Epinastie (d. i. stärkeres Längenwachstum der oberen Seite eines Organs aus inneren Ursachen, wodurch dasselbe veranlasst wird, sich abwärts zu biegen) und Hyponastie (der umgekehrte Vorgang) sind das Resultat einer modificirten Form der Circumnutation, denn es bewegt sich ein Organ unter dem Einfluss der Epinastie nicht allgemein in einer geraden Linie abwärts, oder unter dem Einfluss der Hyponastie gradlinig aufwärts, sondern es bewegt sich aufwärts und abwärts mit etwas seitlicher Schwankung. Epinastie, die schon früher z. B. bei den sich entfaltenden Blättern der Knospen beobachtet wurde, und Hyponastie scheinen sehr häufige Erscheinungen zu sein.

Von Modificationen aus äußeren Ursachen werden ausführlich behandelt die Schlafbewegungen der Blätter (hier nyktitropische Bewegungen genannt), ferner der Heliotropismus und der Geotropismus.

Unter Nyktitropismus verstehen die Verff. diejenigen Bewegungen von Blättern oder Blättchen, bei denen sich letztere in der Nacht vertical aufwärts oder abwärts stellen, oder wenigstens 60° über oder unter den Horizont zu stehen kommen. Nyktitropische Bewegungen kommen an Kotyledonen und Laubblättern vor und werden entweder durch Vermittlung von Polstern ausgeführt, welche, wie Pfeffer gezeigt hat, abwechselnd auf entgegengesetzten Seiten stärker turgesciren, oder durch vermehrtes Wachstum der einen Seite des Blatts oder der Mittelrippe entlang, und dann auf der entgegengesetzten Seite, wie dies Batalin bewies. Da aber auch dem vermehrten Wachstum eine erhöhte Turgescenz der Zellen vorausgeht, so sind diese beiden Fälle nicht wesentlich von einander verschieden.

Im allgemeinen scheint die Erscheinung des Nyktitropismus an Kotyledonen häufiger vorzukommen, als an Laubblättern; bei letzteren wurde sie in 69 Gattungen wahrgenommen und zwar trat bei 37 derselben nachts Erhebung, bei 32 eine Senkung der Spreiten ein. Von den untersuchten Kotyledonen schliefen solche von Arten aus 30 verschiedenen Gattungen. Die Schlafbewegungen der Laubblätter sind oft äußerst complicirt, indem sie nicht nur in Hebungen, resp.

Senkungen, sondern oft auch in Vorwärts- oder Rückwärtsbewegungen und Rotationen der Blätter und Blättchen um die eigene Axe bestehen. Rechnet man dazu die große Mannigfaltigkeit der nyktitropischen Bewegungen selbst bei nahe verwandten Pflanzen, so kann man kaum daran zweifeln, dass so eigentümliche Einrichtungen für die Pflanze von Nutzen sein müssen. In der Tat wiesen die Verff. nach, dass in kühlen Nächten solche Blätter normal schlafender Gewächse, die künstlich am Schlafen verhindert waren, mehr durch die Strahlung litten, als diejenigen Blätter derselben Pflanze, denen das Schlafen gestattet wurde; daraus geht hervor, dass der Zweck der nyktitropischen Bewegungen der ist, die Blätter, und zwar vor allem deren Oberseiten, vor der Strahlung während der Nacht zu schützen; es wird durch jene Bewegungen der Blätter, Blättchen und Blattstiele die der Strahlung ausgesetzte Oberfläche der Pflanze bedeutend verkleinert und nicht selten das ganze Aussehen der Pflanze in merkwürdiger Weise verändert.

Als eine Abänderung der Circumnutation, die in ihrer Periode und Weite durch den Wechsel von Licht und Dunkelheit regulirt wird, gibt sich der Nyktitropismus dadurch zu erkennen, dass die Bewegung der des Schlafs fähigen Blätter nicht blos abends und morgens erfolgt, sondern dieselben circumnutiren den ganzen Tag über, sogar während der Nachtstellung, und bewegen sich während 24 Stunden meistens mehrere Male auf und nieder. Die eine von den während 24 Stunden beschriebenen Ellipsen, nämlich die, welche gegen Abend begonnen wird, unterscheidet sich von den andern nur durch sehr bedeutende Größe, und sie ist es, welche zur Nachtstellung führt. Hierdurch wird es erklärlich, dass einmal die nyktitropischen Bewegungen in so verschiedener Weise zu Stande kommen, und ferner dass schlafende Pflanzen durch das ganze System verteilt sind, denn es handelt sich eben nur um eine nach einer bestimmten nützlichen Richtung hin abgeänderte, der Grundlage nach aber bereits vorhandene Bewegung.

Die durch das Licht angeregten Bewegungen der Pflanzen lassen sich unter 4 verschiedene Kategorien unterordnen: Heliotropismus (= positiver Heliotropismus bei Sachs), das Hinbiegen zur Lichtquelle; Apheliotropismus (= negativer Heliotropismus bei Sachs), Wachstum in der Richtung des einfallenden Lichtstrahls von der Lichtquelle ab; Diaheliotropismus (= Transversalheliotropismus bei Frank), unter dessen Einfluss sich Pflanzenteile mehr oder weniger quer zu der Richtung des einfallenden Lichts stellen, so dass sie von ihm voll beleuchtet werden; Paraheliotropismus (= Tagesschlaf), Drehung einiger Blätter bei intensivem Lichte in einer solchen Weise, dass sie weniger intensiv beleuchtet werden.

Im 8. Kapitel wird der Nachweis erbracht, dass auch alle diese heliotropischen Bewegungen in modificirter Circumnutation bestehen. Durch die Einwirkung des (positiven) Heliotropismus biegt sich ein

seitlich beleuchteter Pflanzenteil zwar bei hellem Lichte nach diesem in grader Linie hin, aber wenn das Licht bedeutend abgeschwächt ist, so wird der eingeschlagene Weg zur Lichtquelle deutlich zickzackförmig, sodass also Heliotropismus und gewöhnliche Circumnutation allmählich in einander übergehen. Ein analoges Verhältniss ist bei den Bewegungen der, wie es scheint seltenen, apheliotropischen, ferner der dia- und paraheliotropischen Organe zu beobachten.

Durch besonders reichhaltigen Inhalt zeichnet sich wieder das 9. Kapitel aus, welches die Empfindlichkeit der Pflanzen gegen das Licht und die fortgeleiteten Wirkungen des Lichts behandelt. Diese Untersuchungen ergaben folgende hauptsächlichen Resultate: Die Scheidenblätter (Kotyledonen) von *Phalaris canariensis* und *Avena sativa* reagiren auf Beleuchtungsunterschiede, die das menschliche Auge nicht wahrzunehmen im Stande ist; Lichtstrahlen von ausserordentlicher Dünne (0,1 mm. breit und 0,4 mm. lang) reichten hin, um heliotropische Krümmungen hervorzurufen. Hieraus geht hervor, dass im Erdboden durchbrechende Keimlinge in den Stand gesetzt sind, beim Aufwärtswachsen selbst sehr kleine Risse und Spalten aufzufinden. Die Zeit, in welcher ein Pflanzenteil durch die heliotropische Bewegung auf Beleuchtung reagirt, wurde bei Phalaris unter dem Mikroskope beim Licht einer Paraffinlampe auf 6—9 Minuten, die Dauer der heliotropischen Nachwirkung auf $^1/_4$—$^1/_2$ Stunden festgestellt. Versuche bei verschiedenen Lichtintensitäten ergaben, dass die veranlasste heliotropische Krümmung durchaus nicht in einem graden Verhältniss zur Intensität des einwirkenden Lichts steht, und daraus zogen die Verff. den Schluss, dass das Licht nicht direkt auf die Zellen und Zellwandungen wirkt, welche durch ihre Zusammenziehung und Ausdehnung die Krümmung veranlassen, sondern dass es vielmehr wie ein Reiz, ungefähr in der Art und Weise wirkt, wie auf das Nervensystem der Tiere. Mit dieser Ansicht setzen sich die Verff. in Widerspruch zu der bisher in Geltung gewesenen Anschauung; denn man nahm immer an, dass die positiv heliotropischen Bewegungen einfach das Resultat eines vermehrten Wachstums auf der beschatteten Seite seien, oder dass vermindertes Licht die Turgescenz der Zellen auf der beschatteten Seite vermehre, und dadurch beschleunigtes Wachstum bedinge; jedenfalls aber meinte man, dass das Licht direkt auf den Teil wirke, welcher sich biegt[1]). Hier stellen nun die Verff. die höchst überraschende Tatsache fest, dass (zunächst bei den vier untersuchten Arten aus den Familien der *Gramineen, Cruciferen* und *Chenopodiaceen*, aber wohl allgemein geltend) die Beleuchtung des oberen Teiles eines Keimlings die Krümmung des

1) Vgl. jedoch Sachs in Arb. d. bot. Instit. in Würzburg, II, 2, S. 282, woselbst bereits die geotropischen und heliotropischen Krümmungen mit den Reizbewegungen in Parallele gestellt werden.

unteren bis in Tiefen des Erdbodens hinab, die für das Licht unzugänglich sind, bestimmt. Wenn man an Sämlingen ihre unteren noch im Wachstum begriffenen Hälften hell beleuchtet, und zugleich die oberen in der Länge von 4—6 mm. mit für Licht undurchdringlichen Kappen bedeckt, so tritt eine heliotropische Krümmung nicht ein. Der obere Teil ist also der allein für Licht empfindliche, er überträgt den empfangenen Reiz auf den unteren, woselbst die Krümmung vor sich geht.

Ein eben so großes Interesse wie die Abschnitte über den Heliotropismus beanspruchen die im 10. und 11. Kapitel enthaltenen über den Geotropismus. Die geotropischen Erscheinungen werden entsprechend den heliotropischen in Geotropismus, Apogeotropismus und Diageotropismus unterschieden, und zunächst wird wieder gezeigt, dass, wenn man die durch Gravitation beeinflussten Krümmungen künstlich, z. B. durch eine bestimmte Stellung der betreffenden Pflanzenteile zu der Richtung der Schwerkraft oder durch gleichzeitige Einwirkung des Heliotropismus in entgegengesetztem Sinne, verlangsamt, diese geotropischen Bewegungen allmählich in gewöhnliche Circumnutation übergehen, und lediglich Modifikationen derselben sind. Ausser den schon früher zum Teil besprochenen Bewegungen der Wurzeln ist dies für den Geotropismus an solchen Fruchtstielen gezeigt, welche abwärts in den Boden wachsen, um daselbst die Früchte zu vergraben (*Trifolium subterraneum*, *Arachis*, *Amphicarpaea*), für den Apogeotropismus an verschiedenen Stengeln. Ausgehend von der durch Andere bereits festgestellten Tatsache, dass Wurzeln, die ihrer Spitze beraubt sind, gegen die Gravitation so lange unempfindlich sind, bis die Wurzelspitze sich regenerirt hat, stellten die Verff. eine Reihe von Versuchen in derselben Richtung, und namentlich durch Cauterisiren der Wurzelspitze mit Höllenstein an, welche zu dem merkwürdigen Ergebniss führten, dass die Spitze des Würzelchens etwa in der Länge von 1—1,5 mm. allein für den Geotropismus empfindlich ist, und dass, wenn sie in dieser Weise gereizt wird, sie es verursacht, dass die benachbarten Teile sich biegen. Dass eine solche Fortleitung irgend eines Einflusses von der Spitze aus vorhanden sein muss, geht auch daraus hervor, dass, wenn ein Würzelchen horizontal 1 oder $1^1/_2$ Stunden ausgestreckt gelassen, und dann die Spitze abgeschnitten wurde, das Würzelchen sich später in der bezüglichen Richtung bog, obwohl es senkrecht gestellt wurde.

So finden wir denn die Wurzel mit einer Reihe wunderbarer Fähigkeiten ausgestattet; die beim Vordringen im Erdboden voranschreitende Spitze ist für Geotropismus empfindlich und bestimmt dadurch den Verlauf der ganzen Wurzel; sobald sie auf ein Hinderniss stößt, überträgt sie auf obere Teile einen Reiz, welcher diese veranlasst, sich von dem Hinderniss weg zu biegen und in der Richtung des geringsten Widerstands zu wachsen. Ist die Grenze eines Hindernisses er-

reicht, so wirkt einerseits der Geotropismus, andrerseits die Fähigkeit der krümmungsfähigen Zone der Wurzel, sich nach einem harten Gegenstande hin zu biegen, dahin, dass das Hinderniss auf dem kürzesten Wege umwachsen und die ursprüngliche senkrechte Richtung wieder aufgenommen wird. Es ist endlich wiederum die Spitze, welche für Feuchtigkeit empfindlich ist, und das Würzelchen veranlasst, sich nach der Quelle derselben hinzubiegen.

Den Schluss des Werkes bildet eine Zusammenfassung des ganzen Inhalts, in welcher noch einmal der Nutzen der besprochenen Bewegungen für die Pflanze und die Entstehung dieser Bewegungen aus der gemeinschaftlichen Grundlage der Circumnutation betont wird. Endlich wird auf die Aehnlichkeit dieser Bewegungen mit vielen unbewusst von niederen Tieren ausgeführten Handlungen aufmerksam gemacht, insbesondere die Wurzelspitze mit ihren verschiedenen Arten von Empfindlichkeit mit dem Gehirn eines niederen Tiers verglichen. In der Tat tragen ja die vorstehend mitgeteilten Untersuchungen, so glänzend ihre Resultate sind, auf der andern Seite doch in hohem Grade dazu bei, uns die Complicirtheit der Lebensvorgänge auch bei den Pflanzen wieder vor Augen zu stellen, und uns zu zeigen, wie weit die Pflanzenphysiologie noch davon entfernt ist, die Lebensäusserungen der Pflanze, und im weiteren Verfolg die Lebensäusserungen des individualisirten „Bewohners" einer Pflanzenzelle, des Protoplasten, auf physikalische Gesetze zurückführen zu können.

Kirchner (Hohenheim).

H. Adler, Ueber den Generationswechsel der Eichen-Gallwespen.

Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, XXXV. Bd. 2. Heft 1881 pg. 152—246. Taf. X—XII.

Die oft lebhaft gefärbten und besonders früher technisch nicht unwichtigen Gallen der Eichen haben schon seit lange das Interesse der Beobachter erregt. Schon Swammerdam wusste, dass sie die Brutstätte von Wespen wären und beschrieb genau ihre Beschaffenheit, den in ihnen hausenden „Wurm" und die „Fliege", die sich aus ihm entwickelt.

Später sah man mit Erstaunen und ohne eine genügende Erklärung dafür geben zu können, dass manche und zwar nicht wenige Gallwespenarten im weiblichen Geschlechte so überaus häufig waren, während es nicht gelingen wollte, die dazu gehörigen Männchen aufzufinden; man hielt diese, indem man logisch richtig von Bekanntem ausging, für ausserordentlich selten oder für höchst versteckt lebend.

Hartig erkannte im Anfang der vierziger Jahre durch eingehende

Zuchtversuche, dass man es hier mit Fällen der inzwischen genauer bekannt gewordenen Parthenogenese zu tun habe, eine Ansicht an der von verschiedenen Seiten mittels verschiedener anderer Erklärungsweisen gerüttelt wurde.

Erst der Amerikaner Bassett fand 1873, dass hier eine Art Generationswechsel vorliege, bei dem eine geschlechtliche Generation mit einer parthenogenetischen abwechsle.

Der Verfasser der oben genannten Abhandlung entdeckte nun, unabhängig von Bassett, im Jahre 1875, dass aus den von der einen Blattwespenform (Neuroterus) gelegten Eiern eine total verschiedene Generation hervorgehe, welche von ihren Erzeugern so wesentlich abweiche, dass sie bisher als eine ganz andere Gattung (Spathegaster) beschrieben worden sei. Diese Entdeckung wurde 1877 publicirt.

Seit jener Zeit hat Verf. mit unermüdlichem Eifer weiter gezüchtet und ist zu den erfreulichen Resultaten gelangt, die er uns in der zu besprechenden Abhandlung vorlegt und die zu den schönsten Errungenschaften der Neuzeit auf dem Gebiete der Kenntniss der Insektenökonomie gehören. Zu den Zuchtversuchen wurden vier- bis sechsjährige Stämmchen von *Quercus sessiliflora* benutzt und zwar in Exemplaren mit gutentwickelten Knospen, da diese von den Wespen vorgezogen werden.

Die beobachteten Wespenformen werden in vier Gruppen zusammengestellt, nämlich:

1) Neuroterus-Gruppe,
2) Aphilotrix-Gruppe,
3) Dryophanta-Gruppe,
4) Biorhiza-Gruppe.

Die einzelnen Arten der Gallwespen sind den äusseren Merkmalen nach oft nur sehr schwer zu unterscheiden, aber da die von ihnen erzeugten Gallen sehr wesentliche Unterschiede zeigen, so ließ Verf. diese bildlich darstellen und zwar durch die Meisterhand von O. Peters in Göttingen in einer Art und Weise, dass diese Abbildungen zum Besten gehören, was wir in dieser Richtung haben.

Diese Gallen liefern aber nicht blos das beste und oft einzige Unterscheidungsmerkmal nahe verwandter Arten, sie spielen auch in der Oekonomie der einzelnen Arten die wichtigste Rolle, weil die Zeit, während welcher sie dem Individuum, sei es als Larve oder als Imago, zur Wohnung dienen, die längste während der ganzen Lebensdauer ist. Mit ihnen muss daher das Studium der Wespen beginnen.

So mannigfach die Gallen in Form, Bildungsweise, Entstehungsstelle etc. sind, werden sie doch leicht auf einen gemeinsamen Ursprung zurückgeführt. Wo sie auch entstehen, ihr Mutterboden ist immer jene Zone bildungsfähiger Zellen, die als Cambiumring bezeichnet

wird und die die ganze Pflanze wie ein Schlauch umhüllt. Die Ursache, welche auf diese Cambiumschicht der Art reizend wirkt, dass sie die Gallen bildet, ist bei den Gallwespen nicht etwa, wie man früher fast allgemein und z. T. bis in die Neuzeit glaubte, im Stich und in einem während desselben ergossenen Secret zu suchen, sie beginnt vielmehr erst nachdem die Larve das Ei verlassen hat. Freilich mag immerhin etwas Drüsensecret mit in die Stichwunde fließen, aber dies soll wohl nur die entstandene Oeffnung in der Blattfläche verkleben; es läßt sich beobachten, dass Knospen, Blätter etc. zunächst nach dem Stiche keine Veränderung erleiden, ja Wochen, selbst Monate lang bleiben sie, abgesehen von normalen Wachstumsvorgängen, vollkommen unverändert; erst mit dem Erscheinen der Larve beginnt die Gallbildung. Erst in dem Augenblicke wo die Larve die Eihaut verlassen und mit ihren Kiefern die nächsten Zellen verwundet hat, tritt jene rapide Zellwucherung so rasch ein, dass während die Larve mit dem hintern Leibesende noch in der Eihaut steckt, vorn sich bereits eine wallartige Wucherung von Zellen erhebt.

Bei der Bildung der Galle, die nicht als Parasit anzusehen ist, sondern zunächst aus denselben Elementen, wie das umgebende Gewebe besteht und dieses substituirt, scheint anfänglich nur eine einfache Zellenvermehrung stattzufinden. Bei der Wucherung der sich um die Larve in concentrischen Kreisen anlegenden Zellen bleibt es nicht, auch ihr Stoffwechsel wird verändert; die der Larve zunächst befindlichen schwellen unter Anhäufung von Amylumkörnern an. Später wachsen Fortsätze der Spiralgefäße der Cambiumschicht in die Galle hinein und zwar an deren untere Fläche.

So wird die Galle zu einem selbständigen Gebilde, dessen peripherische Zellen durch Aufnahme von Pigmenten oder durch Auswachsen mannigfacher Haargebilde sich erstaunlich differenziren können. Die unmittelbare Ursache dieser, nach der Wespenart oft so verschiedenen Differenzirung bleibt freilich dunkel.

In der Regel sind diese Bildungen, besonders die Behaarung als Schutzvorrichtungen anzusehn; dazu kommt noch, dass bisweilen diese Härchen einen Saft absondern, der klebrig, wie er ist, den Schmarotzern gegenüber als Fangleim wirkt. Aber auch glatte Gallen secerniren einen Saft, der die Ameisen anlockt, die den concurrirenden Besuch andrer Insekten nicht dulden, was lebhaft an die Tatsachen erinnert, die wir aus Brasilien durch Fritz Müller in neuerer Zeit kennen gelernt haben (Kosmos IV. Jahrgang).

Die Oviposition geschieht bekanntlich mittels des Stachels, eines verhältnissmäßig complicirt gebauten, mit nervösen Elementen (Tastorganen) reich ausgestatteten, und mittels 4 unpaaren und 1 paaren Muskel in Bewegung gesetzten Apparats und nimmt in der Regel geraume Zeit, bisweilen 15—20 Minuten in Anspruch.

Der Vorgang des Eierlegens kann in drei Stadien zerlegt werden:

1) Der Kanal wird gebohrt, indem zuerst der Stachel unter den Deckschuppen an die Basis der Knospen gleitet, dann aber in das Centrum der Knospenaxe getrieben wird.

2) Das Ei gelangt aus dem Ovarium an den Anfang des Stachels; der Eistiel wird zwischen die Stachelborsten geklemmt und das Ei an dem Stachel hinuntergeschoben.

3) Nachdem die Spitze des Stachels aus dem Stichkanal zurückgezogen ist, tritt der Eikörper in denselben ein und wird von dem Stachel vorwärts geschoben, bis er an das Ende des Bohrkanals gelangt ist. Bequemer ist natürlich dieser Vorgang für die Wespen, die ihre Eier in die Blattflächen legen.

Die Eier der Cynipiden sind, wie die vieler anderer Hymenopteren, flaschenförmig oder gestielt, aber der sehr lange Stiel sitzt immer am vordern Eipol, wird folglich zuletzt geboren. Er ist kein bloßer solider Anhang, wie etwa bei Tryphoniden, sondern er ist mit einem centralen Lumen versehen, das mit der Dotterhöhle in Verbindung steht. Verf. sieht in dem Eistiele eine Athemröhre.

Die 23 auf ihre Generationsverhältnisse hin untersuchten Cynipiden zerfallen in zwei Gruppen, eine große (19 Arten) mit und eine kleine (4 Arten) sich ausschließlich parthenogenetisch ohne Generationswechsel fortpflanzende:

I. Cynipiden mit Generationswechsel.

Nr.	Geschlechtliche Generation.	Flugzeit.	Erzeugte Galle.	parthenogenetische Generation.	Flugzeit.	Erzeugte Galle.
1.	Spathegaster baccarum L.	Juni	An der Unterseite der Eichenblätter, oft 40 bis 60 an einem Blatte; erscheint im Juni, reift im September.	Neuroterus lenticularis Ol.	April	Kugelrund, durch das Blatt hindurch gewachsen. Nicht blos an Blättern, sondern auch an Stielen der männlichen Blüten.
2.	Spathegaster albipes Schenk.	Juni	Napfförmig, Unterseite der Blätter. Reift im September.	Neuroterus laeviusculus Schenk.	März April	auf dem Blatt, dasselbe deformirend
3.	Spathegaster vesicatrix Schltdt.	Juni	Zierlich, rund, in der Mitte vertieft. Reift im September.	Neuroterus numismatis Ol.	April	Unscheinbar in der Blattfläche, oben nur wenig vorragend; in der Mitte mit kleiner Spitze
4.	Spathegaster bicolor Htg.	Juli	Meist kreisrund, mit aufwärts gebogenem Rande und Sternhaaren; reift im October.	Neuroterus fumipennis Htg.	Mai	Weich, saftig, weiß bis gelbgrün, mit einfachen, grade abstehenden Haaren, die bei reifen (Juli) meist abfallen.

Nr.	Geschlechtliche Generation.	Flugzeit.	Erzeugte Galle.	Parthenogenetische Generation.	Flugzeit.	Erzeugte Galle.
5.	Andricus noduli Htg.	Aug.	Vielkammerig, an den Wurzeln oder am Stammesende, kirschen- bis faustgroß.	Aphilotrix radicis Fbr.	April Mai	Innerhalb der jährigen Eichentriebe od. in verdickten Blattstielen, difformirend.
6.	Andricus testaceipes Htg.	Aug.	Dicht gehäuft an dünnen Zweigen, od. jungen Bäumen nahe der Erde; kugelförmig, frisch (Juni) mit rother Schale.	Aphilotrix Sieboldi Htg.	April Mai	Innerhalb des Holzkörpers der Triebe oder als kuglige bis wulstige Verdickung der Blattstiele und Blattrippen.
7.	Andricus gemmatus n. sp.	Juli Aug.	In der Rinde u. dicken Wurzeln, oder an wulstigen Narben-Ueberwallungen.	Aphilotrix corticis L.	April Mai	Unscheinbar, bildet sich in der Nähe der späteren Winterknospen, aber auch frei an den Trieben.
8.	Andricus inflator Htg.	Juni Juli	Schön grün, kuglig, bricht im September aus den Knospen, an der Basis mit Knospenschuppen umhüllt.	Aphilotrix globuli Htg.	April	Grüne Galle aus einem Knospen-Entwicklungscyclus zweijährig.
9.	Andricus curvator Htg.	Juni	Klein, auch reif tief zwischen den Knospenschuppen versteckt.	Aphilotrix collaris Htg.	April	Im Mai als unregelmäßige Verdickung der Blattfläche, wirkt oft störend auf die Entwicklung der Blätter.
10.	Andricus pilosus n. sp.	Juni	Aehnlich einer Hopfenfrucht an den Knospenachsen.	Aphilotrix fecundatrix Htg.	April	Klein, zierlich, einzeln oder zu mehreren zwischen den Staubbeuteln der Blütenspindel.
11.	Andricus cirratus n. sp.	Juni	Zierlich, gestielt aus den Blattachseln, spindelförmig mit vorspringenden Längsreifen. Reift im Juli—August.	Aphilotrix callidoma Htg.	April	Oft dicht gedrängt an den Blütenspindeln der männlichen Blüte, von einem weißen Filz überzogen.
12.	Andricus nudus n. sp.	Juni	Galle der von Nr. 11 sehr ähnlich, doch gedrungener und nur sehr wenig gestielt. Reift im October.	Aphilotrix Malpighii n. sp.	April	Klein, zwischen den Staubbeuteln der männlichen Blüthenspindel.
13.	Andricus ramuli L.	Juli	Aehnlich Nr. 8, bildet sich im October, reift Ende des Monats.	Aphilotrix autumnalis Htg.	April	Verschieden groß, wie eine Baumwollenkugel, zusammengesetzt, an den männlichen Blüthenknospen, auch an Blattknospen.

Nr.	Geschlechtliche Generation.	Flugzeit.	Erzeugte Galle.	Parthenogenetische Generation.	Flugzeit.	Erzeugte Galle.
14.	Spathegaster Taschenbergi Schldtl.	Mai Juni	Kugelförmig, bis zu 2 Cm. Durchmesser; an der Blattunterseite häufiger von Hauptals von Nebenrippen entspringend; reift im October.	Dryophanta scutellaris Htg.	Jan. Febr.	Klein, mit Spitze, dunkelviolett, sammtartig; an den kleinen Adventivknospen.
15.	Spathegaster similis n. sp	Mai Juni	Wie Nr. 14, aber kleiner	Dryophanta longiventris Htg.	Nov.	Nr. 14 ähnlich, schlanke Spitzen, grünlichgrau; an den Adventivknospen am Fuß älterer Eichen, auch an den Knospen letztjähriger Stammtriebe.
16.	Spathegaster verrucosa Schltdt.	Juni	An der Blattunterseite von den Blattrippen entspringend. rehpostengroß, anfangs hellroth, reif (October) bräunlich.	Dryophanta divisa?	Oct Nov.	4 mm. lang, oval, grüngelb bis rötlich; Oberfläche matt, körnig, teils auf Blättern, teils auf Trieben, teils aus den Knospen.
17.	Teras terminalis Fbr.	Juli	An den Wurzeln, verschieden groß, meist mehrere Gallen verschmolzen; weißröthlich, später braun	Biorhiza aptera Fbr.	Dec. Jan.	An terminalen oder axillären Knospen; Größe sehr wechselnd; weißlich, rot angeflogen.
18.	Trigonaspis crustalis Htg.	Mai Juni	Klein, nierenförmig, an der Unterseite der Blätter. Reihenweise an den Blattrippen; reift im October. Zwei- bis dreijährig.	Biorhiza renum Htg.	Dec. Jan.	Erbsen- bis kirschengroß, meist dichtgedrängt am Stamme älterer Eichen, aber auch an kleinern, letztjährigen Trieben; geht immer von einer Knospe aus.
19.	Spathegaster aprilinus Gir.? NB. Generationscyclus nicht genau festzustellen.	Mai	Klein, zierlich, aus der Mittelrippe der Blattunterseite. Zunächst von zwei braunen Klappen umgeben, die später abfallen. Reift im September.	Neuroterus ostreus Hrt.?	Nov. März	Verschieden groß, von Knospen entspringend, an der Basis von deren Schuppen umgeben.

II. Cynipiden ohne Generationswechsel.

Nr.	Ausschließlich parthenogenetische Art.	Flugzeit.	Erzeugte Galle.
20.	Aphilotrix seminationis Gir.	April	Spindelförmig, gestielt oder sitzend mit Längskielen; grün, rot angehaucht, zuerst behaart, später glatt; auf Blättern und Spindeln der Blütenkätzchen, beide deformirend. Reift im Juni. Manche Gallen ruhen bis in das zweite Jahr.
21.	Aphilotrix marginalis Schltdt.	April	Teils konisch, teils oval, grün oder mit rötlichen Streifen, mit unregelmäßigen Längskielen, unbehaart, mit breiter Basis oft zu mehreren dem Blatt aufsitzend. Reift im Juni.
22	Aphilotrix quadrilineatus Htg.	April	Glatt oder mit unregelmäßigen Furchen und Kielen, grün oder rötlich; an Blütenspindeln, ausnahmsweise auch an Blättern. Reift im Juni. Entwicklung der Imago oft erst im zweiten Jahr.
23.	Aphilotrix albopunctata Schltdt.	April	Sehr zierlich, an den Knospen, einer 4—5 mm. langen Eichel ähnlich; grüngelb bis bräunlich mit weißlichen Flecken, an der Spitze mit einem Nabel. Reift im Mai. Imagines oft erst im zweiten Jahre.

Die verschiedenen Generationen der Imagines unterscheiden sich nur wenig im Colorit und in der Größe, allein die Form des Thorax, der Flügelschnitt, die Gestalt des Hinterleibs sind so verschieden, dass beide Generationen nicht mit einander zu verwechseln sind. Dieser Dimorphismus wird durch die Gestalt des Stachels bedingt, der bei den in Blätter legenden, geschlechtlichen Formen kürzer, aber mit einem beweglicheren Hinterleibe verbunden ist, als bei den parthenogenetischen Generationen, wo er entsprechend der Art der Eiablage länger sein muss und spiralig im Hinterleib aufgerollt liegt. Die letzteren Formen, mehr an eine Stelle gebunden, brauchen ein geringeres Flugvermögen und haben demzufolge kürzere, schmälere Flügel, als die geschlechtlichen Generationen, die sich die Unterseite der zartesten Blättchen zum Deponiren der Eier aufsuchen. In der Spathegaster-Neuroterus-Gruppe, und bei Spathegaster-Dryophanta sind die Stachelformen scharf gesondert, weniger in der Andricus-Aphilotrix-Gruppe.

Auch die früheren Stände beider Generationen bieten Unterschiede dar, deren Erforschung leider lückenhaft blieb. In der Regel, auch bei den im November bis Februar gelegten Eiern, beginnt sofort nach

dem Legen die embryonale Entwicklung, die natürlich in der kältern Jahreszeit einen längern Verlauf nimmt als in der wärmern. Aber auch bei Sommerformen (*Trigonaspis crustalis*) entwickelt sich der Embryo von Ende Mai bis September. Die in Bau und Organisation sehr übereinstimmenden Larven haben bei beiden Generationen eine sehr verschiedene Entwicklungsdauer; bei der Sommergeneration wächst die Larve sofort heran und verpuppt sich gleich nach vollendetem Wachstum; bei der Wintergeneration finden sich folgende Verschiedenheiten:

1) Die Larve entwickelt sich in demselben Jahre, wächst vollkommen aus und ruht dann ein Jahr und länger in der Galle (Aphilotrixarten).

2) Die Larve vollendet im ersten Jahre ihr Wachstum nur bis zu einem gewissen Grade, überwintert und bildet sich erst im zweiten Jahre vollkommen aus.

3) Die Entwicklung der Larve steht, nachdem sie das Ei verlassen und die Gallenbildung eingeleitet hat, vollkommen still, ruht einige Monate und entwickelt sich erst weiter, wenn die Galle zu Boden gefallen ist (Neuroterus).

In seiner Schlussbetrachtung wirft Verf., indem er von der Annahme ausgeht, dass beide Generationen einst einander gleich waren, die Frage auf, ob man wohl noch entscheiden könne, welche der beiden denn die ursprünglichere sei.

Indem er darauf hinweist, dass 1) die parthenogenetische Form für sich allein vorkomme und dass 2) kein Fall von Eichen-Gallwespen bekannt sei, in dem die geschlechtliche Form für sich bestehe, kommt er zu der Ansicht, dass die jetzige agame Form die ursprüngliche war und dass daher die geschlechtliche Generation der parthenogenetischen unterzuordnen sei, — eine Ansicht, die Ref. übrigens nicht recht teilen kann.

W. Marshall (Leipzig).

Die Orthonectiden.

Neben dem, wenn auch nicht gerade rapiden und auf der ganzen Linie gleichmäßigen, Fortschritte in der Erkenntniss der natürlichen Verwandtschaft der tierischen Formen, ist die Wissenschaft im Laufe der letzten Jahre mehr als einmal in der Lage gewesen, Untersuchungen über kleine Tiergruppen mit dem bald verhüllten, bald offnen Bekenntniss abschließen zu müssen, dass uns die verwandtschaftlichen Beziehungen derselben vollständig unbekannt geblieben sind, ja dass es nun an jedem deutlichen Anzeichen für die Richtung fehlt, in welcher wir den Anschluss derselben an andre, seien es höhere oder nie-

dere, Tiere zu suchen haben. Zu diesen Rätseln der Tierwelt gehört Sagitta, gehört Balanoglossus, gehören namentlich zwei kleine Ordnungen darmloser Parasiten, die *Dicyemiden* und die *Orthonectiden*. Beide sind jetzt in anatomischer Hinsicht recht genau bekannt; die ersteren durch die bekannten Untersuchungen von E. van Beneden, während die letzteren in einer kürzlich erschienenen Abhandlung von Metschnikoff („Untersuchungen über Orthonectiden" in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 35. Heft 2. S. 282) in ausgezeichneter Weise dargestellt worden sind. Im Anschlusse an diese Arbeit möge die Entwicklung und der gegenwärtige Stand unsrer Kenntniss über die Orthonectiden hier zu schildern gestattet sein.

Im Jahre 1868 bildete Keferstein in seinen „Beiträgen zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Seeplanarien von St. Malo" ein „rätselhaftes Tier ab, das in den Magentaschen von *Leptoplana tremellaris* oft in großer Menge vorkommt, 0,135 mm. lang, 0,03 mm. breit." Man erkennt an der Figur einen cylindrischen Körper mit abgerundeten Enden, ein dichtes Kleid von Wimpern, die auf dem vordersten der 11 Segmente nach vorn, auf den übrigen nach hinten gerichtet sind, und im Innern eine Anzahl kugliger bis eiförmiger Gebilde. 1874 fand dann Mc Intosh (A monograph of the British Annelids pt. I) ähnliche Parasiten in der Haut und der Darmwandung der Nemertine *Lineus gesserensis*. Dieselben waren gleichfalls deutlich segmentirt (14 Segmente) und bewimpert; im Innern des fein granulirten Körpers war ein Hohlraum vorhanden, der sich vom 4. bis zum letzten Segmente erstreckte, aber vollkommen geschlossen war. Das gleiche Tier fiel 1877 Giard in die Hände; doch blieben die Untersuchungen wegen Materialmangels unvollkommen, bis derselbe Beobachter zufällig bei *Ophiocoma neglecta*, einer Ophiure, auf ganz ähnliche Organismen stieß. Giard, dem das Verdienst gebührt, die Zusammengehörigkeit dieser Formen erkannt und auf den merkwürdigen Bau derselben zuerst nachdrücklich hingewiesen zu haben, gab denselben wegen ihrer geradlinigen Schwimmbewegung den Namen Orthonectiden (Comptes Rendus, 1877, 29. Oct.) und der in der erwähnten Ophiure gefundenen Form den Namen *Rhopalura ophiocomae*, während er die von Mc Intosh und Keferstein beobachteten Tiere in die Gattung *Intoshia* stellte. In einer zweiten Mitteilung (Comptes Rendus 1879, 22. Sept.) verzeichnet derselbe Verfasser eine neue *Intoshia*-Art, die neben der Rhopalura in der Ophiocoma lebt.

Dann folgt eine ausführlichere, von 3 Tafeln begleitete Abhandlung von Giard im Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, T. XV. 1879. p. 449, in welcher der Bau der beiden Ophiurenschmarotzer und ihre geschlechtliche und ungeschlechtliche Entwicklung beschrieben werden. Der Körper beider Tiere besteht aus nur zwei Zellenschichten, einer einfachen, wimpernden Ektodermlage und einem innern Zellenhaufen, den Giard als Endoderm bezeichnet. Die

Gliederung ist auf das Ektoderm beschränkt, und zwar entspricht bei der fünfgliedrigen *Rhopalura* jedem Segmente ein Zellenring, während bei der nicht ganz deutlich in 9 Segmente zerfallenden *Intoshia* jedes Glied von mehreren Zellenreihen gebildet ist. Außerdem unterscheidet sich *Rhopalura* durch den Besitz glänzender Papillen im zweiten Segment von *Intoshia*. Der Hauptunterschied aber liegt in der Beschaffenheit des Endoderms, das einen mit einer zipfelförmigen Verlängerung bis in's vorletzte Glied reichenden Sack der ausgebildeten *Rhopalura* darstellt. Dieser ist bei manchen Individuen mit zelligen Elementen erfüllt, aus denen die Geschlechtsprodukte hervorgehen; Giard sah einige Male eine Wolke von beweglichen, aber nicht deutlich als Spermatozoen erkennbaren Körperchen austreten. An der Oberfläche dieses Sackes verlaufen zarte, etwas spiralig angeordnete Längsmuskeln. Bei *Intoshia* dagegen ist das Endoderm aus großen runden bis polygonalen Zellen gebildet, und von Muskeln ist keine Spur nachzuweisen. Die Fortpflanzung erfolgt auf ungeschlechtlichem und auf geschlechtlichem Wege. Bei den ältesten Individuen von *Rhopalura* und *Intoshia* soll das Ektoderm zu Grunde gehen, das Endoderm den zelligen Charakter verlieren und zu einem homogenen Sacke, einer Art Sporocyste, werden, an dessen Innenseite Knospen entstehen, die ihrerseits sekundäre Knospen erzeugen. Außerdem findet man Eier, die sich bei *Rhopalura* zu einer epibolischen Planula, bei *Intoshia* zu einer regelmäßigen Blastula, die durch Delamination zweischichtig wird, entwickeln.

Fast gleichzeitig mit dieser Abhandlung Giards erschien eine Mitteilung von Metschnikoff (Zoolog. Anzeiger, 1879, No. 40), der eine Orthonectide aus *Amphiura squamata* in La Spezia beobachtet hatte, welcher er den Namen *Rhopalura Giardi* beilegte. Nach diesen Untersuchungen ist der ausgewachsene Schmarotzer eine unregelmäßige birnförmige Masse mit stumpfen, Pseudopodien ähnlichen Ausbuchtungen, ohne deutliche zellige Zusammensetzung. Im Innern dieses plasmodiumartigen Körpers aber liegen constant Eier und Embryonalstadien, die zu Larven führen, welche mit den von Giard beschriebenen Orthonectiden identisch sind. Diese sind zweierlei Art, nämlich größere weibliche und kleinere männliche Larven; sonst in jeder Hinsicht gleiche Schläuche erzeugen stets nur Larven eines Geschlechts. Die innern Zellen sind Geschlechtszellen, können mithin nicht als Endoderm bezeichnet werden. Die Spermatozoen besitzen ein rundliches Köpfchen und einen Schwanz. Die Verwandlung der freigewordenen Weibchenlarven hat Metschnikoff nicht beobachten können; doch wird seine Annahme, dass der plasmodiumartige Schlauch durch Verschmelzung der Ektodermzellen entstehe, als plausibel gelten können. In diesem kleinen Aufsatze von Metschnikoff sind bereits alle wesentlichen Punkte in der richtigen Weise aufgefasst, nur war der Verfasser, der damals Giards Abbildungen noch nicht kannte, zu einer

nicht völlig zutreffenden Combination der eigenen Beobachtungen und der Angaben Giards gelangt, indem er die von diesem unterschiedenen „ovoide“ und „längliche“ Form von *Rhopalura ophiocomae* als Weibchen und Männchen deutete, während er nach Veröffentlichung der Giard'schen Abbildungen erkannte, dass *Rhopalura* und *Intoshia* Männchen und Weibchen eines und desselben Tieres seien; ferner dass die von ihm in La Spezia untersuchte Art mit der von Giard beschriebenen identisch, der Name *Rhopalura Giardi* mithin zu Gunsten von *Rh. ophiocomae* — welcher also auch *Intoshia* mit umfasst — einzuziehen sei. Diese Resultate sind in einem zweiten Artikel Metschnikoffs (Zoolog. Anzeiger, 1879, No. 43) niedergelegt, in dem der Verf. außerdem darauf aufmerksam macht, dass ein wimperloses Segment auch beim Weibchen (= *Intoshia* Giard) vorhanden sei. Die Muskelfäden des Männchens ist er geneigt, als Spermatozoenschwänze zu deuten, da Giard die Spermatozoen irriger Weise als bacterienförmig darstellt; wirkliche Muskeln sind nicht vorhanden. Die „Sporocysten“ Giards sind nichts als die verwandelten Weibchen, die in ihrem Innern nicht Knospen, sondern Eier und Embryonen, die Produkte der innern Körperschicht (= Endoderm Giards) enthalten. Wenn wirklich — was recht wol möglich aber nicht erwiesen ist — eine Vermehrung des schlauchförmigen Zustandes durch Knospung stattfindet, so wird man eher an äußere Knospenbildung zu denken haben. Freie Eier und Embryonen sind nie vorhanden, sondern alle liegen im Innern der Plasmodiumsäcke, wie man auf Schnitten durch die ganze Ophiure unzweifelhaft nachweisen kann.

Auf diese kritischen Bemerkungen des russischen Zoologen antwortet Giard in einem Artikel der Comptes Rendus (1879. t. 89. No. 24; Zool. Anzeiger, 1880. No. 47). Er weist die Auffassung der beiden Formen als Männchen und Weibchen nicht ganz ab, verlangt aber den Nachweis eines entsprechenden Dimorphismus auch für die andern Orthonectiden. An der Existenz der Muskeln hält er dagegen fest, zumal da es ihm gelungen ist, sie auch bei der *Intoshia*-Form zu erkennen. Ebenso besteht er darauf, dass die von ihm beschriebenen innern Knospen der Sporocysten von den aus Eiern hervorgehenden Embryonen verschieden seien (vergl. auch die englische Uebersetzung von Giards Abhandlung in: Quart. Journ. of Microsc. Science. 1880. April).

Der Forderung des Nachweises des Dimorphismus bei andern Orthonectiden-Arten hat nun Metschnikoff in seiner neuesten, bereits Eingangs angeführten Abhandlung (Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 35) Genüge getan, indem er gezeigt hat, dass in *Nemertes lacteus Gr.*, einer bei Messina lebenden Nemertine, Orthonectidenschmarotzer vorkommen, die nicht nur in zwei verschieden gestalteten Geschlechtern auftreten, sondern deren beide Formen häufig neben einander in denselben Plasmodienschläuchen entstehen, so dass ihre Zusammengehörig-

keit keinem Zweifel unterliegen kann. Das Weibchen ist ein verlängert ovales Tier, dessen Epidermis in 9 Segmente zerfällt, von denen das vorderste nach vorn gerichtete, die übrigen nach hinten gerichtete Wimpern tragen. Das Innere nimmt zum großen Teile ein solider Haufen von polygonalen Eizellen ein; nur vorn bleibt ein kleiner Raum übrig, den ein Häufchen körnchenreicher Zellen einnimmt, möglicherweise ein wichtiges Organ des Körpers, vielleicht ein Rudiment eines Darms. Das Männchen ist bedeutend kleiner und durch rübenförmige Gestalt ausgezeichnet. Von den 8 deutlich erkennbaren Segmenten tragen die zwei vordersten die Wimpern nach vorn gerichtet. Im Innern liegt ein ovaler, mit wimmelnden Spermatozoen gefüllter Hodensack, von dem ein Ausläufer, vermutlich ein Ausführungsgang, sich gegen das Hinterende des Körpers hinzieht. Der Raum zwischen der Epidermis und dem Vorderende des Hodens ist von einem Zellenhaufen angefüllt, der wol dem an gleicher Stelle gelegenen Organe des Weibchens entsprechen dürfte. Wie man sieht, stimmt dieser Parasit, dem Metschnikoff den Namen *Rhopalura Intoshii* beilegt, in den wesentlichsten Punkten mit den beiden früher beschriebenen Orthonectiden überein, nämlich der von Giard bei Wimereux in *Ophiocoma neglecta*, und der von Metschnikoff bei La Spezia in *Amphiura squamata* gefundenen. Diese aber stimmen unter einander vollkommen überein und bilden eine einzige Art, wie denn auch die Wirte identisch sind, indem die beiden oben aufgeführten Namen synonym sind. Es ist nicht nötig, die Beschreibung der beiden Geschlechter, welche Metschnikoff genau ausführt und mit zahlreichen Abbildungen erläutert, nach dem oben Mitgetheilten noch einmal vollständig zu wiederholen. Es sei nur erwähnt, dass M. das zweite Segment des Weibchens an im Juni in La Spezia untersuchten Individuen wimperlos und mit einer Reihe Körnchen versehen fand, während es bei den meisten im Winter und Frühjahr bei Neapel beobachteten Exemplaren sich von den übrigen Segmenten in nichts unterschied. Das vermutungsweise als Darmrudiment angesprochene Gebilde erscheint auch bei dem *Amphiura*-Schmarotzer wieder, aber nur als eine Verdickung an der Seite des vordern Körperteils. In dem von Giard beschriebenen schrägen Muskeln erkennt der russische Forscher jetzt die Grenzen der 12 schräge gestellten langen prismatischen Epidermiszellen des dritten Segments des Männchens, wohingegen vier längliche Bänder vor und hinter den Hoden vielleicht wirklich Muskelfasern darstellen. Diese in *Amphiura* lebende Orthonectidenart wird von Metschnikoff *Rhopalura Giardi* benannt, da der von Giard derselben gegebene Speciesname *Ophiocomae* sich auf den nicht zu Recht bestehenden Namen der Ophiure bezieht.

Außer dem Bau der fertigen Geschlechtstiere hat Metschnikoff zahlreiche Entwicklungsstadien beobachtet, ohne dass indessen dadurch in wünschenswerter Weise auf die Morphologie dieser selt-

samen Tiere Licht geworfen wäre. Das Ergebniss lässt sich kurz dahin zusammenfassen, dass die mit einer regelmäßigen Zweiteilung beginnende Furchung bald sehr unregelmäßig wird und zu einem meist soliden, ausnahmsweise mit einer Höhle versehenen Zellenhaufen (Morula) führt, dessen innere Zellen zu den Geschlechtszellen werden. Die äußeren Zellen, welche die Epidermis liefern, gliedern sich beim Männchen früh, beim Weibchen erst sehr spät zu Segmenten ab, an denen dann die Wimpern auftreten.

Das weitere Schicksal dieser Tiere zu verfolgen, ist Metschnikoff leider auch jetzt nicht gelungen, da die aus dem Wirte herausgenommenen Individuen rasch zu Grunde gingen, eine freiwillige Einwanderung in gesunde Ophiuren aber nicht stattfand. Bis auf Weiteres werden wir aber annehmen müssen, dass durch Verschmelzung der Epidermiszellen der Weibchen jene Plasmodium-artigen Schläuche gebildet werden, in denen die Eier zur Entwicklung gelangen. Dass diese Schläuche sich durch Teilung vermehren, dafür scheint die Zahl der Embryonen zu sprechen, die immer viel geringer ist als die Zahl der in einem Weibchen enthaltenen Eier. Dass eine Knospung in der Art wie sie Giard beschrieben hat vorkomme, stellt M. aber auch jetzt aufs bestimmteste und augenscheinlich mit guten Gründen in Abrede.

Nach diesen Untersuchungen sind die Orthonectiden mithin Tiere, welche im geschlechtsreifen Zustande aus einer einschichtigen wimpernden Epidermis, einem zweifelhaften Darmrudiment und einem das ganze Körperinnere ausfüllenden Geschlechtsorgane bestehen. Die Geschlechter sind getrennt und zeigen bei den bisher bekannten Arten einen ausgebildeten Dimorphismus. Nach der Einwanderung in einen neuen Wirt (und wol zugleich nach der Befruchtung) scheint bei den Weibchen eine Verschmelzung der Epidermiszellen einzutreten, wodurch körnchenreiche Protoplasmaschläuche entstehen, die amöboide Bewegungen ausführen können.

Was soll man aber aus diesen Tatsachen über die Verwandtschaft der Orthonectiden schließen? Giard bereitet diese Frage keine großen Schwierigkeiten. Er betrachtet die Geschlechtszellen, da sie eine innere Körperschicht bilden, als Endoderm; ein nur aus Ektoderm und Endoderm bestehendes Tier aber ist eine Gastrula; folglich stammen die Orthonectiden direct von den „Gastraeaden“ ab, und zwar verbinden sie mit diesen die Gastrotrichen, die Prothelminthen und die Dicyemiden, so dass sie folglich dem Phylum der Würmer angehören.

Im Gegensatz zu dieser seltsamen Lösung des Problems muss man Metschnikoff vollkommen zustimmen, wenn er erklärt, dass wir außer Stande sind, eine morphologische Definition der Organe der Orthonectiden zu geben; denn für die Auffassung der Geschlechtszellen als Endoderm kann nichts angeführt werden als ihre, angesichts einer Betrachtung anderer darmloser Formen wie z. B. der

Cestoden, nicht im Geringsten beweiskräftige Lage im Innern des Körpers. Es ist ebenso gut möglich, dass die Orthonectiden das Produkt einer weitgehenden Degeneration sind. Dem besonnenen Forscher aber, der nicht mit verbundenen Augen über einen Abgrund von unbekannter Weite und Tiefe hinwegzuspringen sich anmaßt, bleibt nichts übrig als zu gestehen, dass er in den Orthonectiden eine Tiergruppe kennen gelernt hat, deren verwandtschaftliche Beziehungen in tiefstes Dunkel gehüllt sind. An zukünftiger Lichtung desselben zu zweifeln hat er darum keine Ursache.

J. W. Spengel (Bremen).

Den norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. Chemi af Herkules Tornöe. — Zoologi. Fiske ved R. Collett.

Christiania 1880. fol.

Aus der chemischen Abteilung dieser ersten ausführlichen Berichte über die norwegische Nordmeer-Expedition, welche wichtige Abhandlungen über die Luft im Seewasser, über die Kohlensäure im Seewasser und über den Salzgehalt des Wassers im norwegischen Nordmeere enthält, entnehme ich nur einige wenige Angaben, welche physikalisch-chemische Lebensbedingungen der Seetiere betreffen. Tornöe fand südlich vom 70° N. Br. im Mittel 34,96 % Sauerstoff in der von dem Meerwasser absorbirten Luft; zwischen 70—80° N. Br. 35,64 %. Bei niedrigeren Temperaturen wird mehr Sauerstoff absorbirt, als bei höhern. Dasselbe gilt auch für den Stickstoff, der jedoch in allen Wasserschichten in wenig variablen Mengen enthalten ist. Die Luft gelangt von der Oberfläche des Meeres durch Circulation an den Meeresgrund.

Das Meerwasser reagirt alkalisch. Ein Liter Meerwasser enthält im Mittel 53 mgr Kohlensäure in neutralen Carbonaten und 44 mgr Kohlensäure in Bicarbonaten. Auf den Gasgehalt des Seewassers übt selbst der Druck in großen Tiefen keinen Einfluss aus.

Der Salzgehalt wurde auch in größeren Tiefen normal oceanisch gefunden, z. B. 1073 m tief 3,56 %. Nordwestlich von Spitzbergen betrug er in den Oberflächenschichten in Folge von beigemengtem Eiswasser nur 3,45 %.

In dem von Collett verfassten zoologischen Berichte wird in der Einleitung mitgeteilt, dass 1876 in großen Tiefen in der kalten Area zwischen Norwegen und Island, wo die Fauna nicht so reich ist, als weiter nördlich, gefischt wurde; dass 1877 teils auf den Bänken vor der Küste Norwegens, teils bei Jan Mayen mehr Fische gefangen wurden und dass 1878 das Kurrnetz bis 1400 Faden tief zwischen der Nordküste Norwegens, Spitzbergen, Nowaja Semlja und Jan

Mayen ausgeworfen wurde. In den größern Tiefen bestand der Grund aus Biloculina-Mud oder anderen Mudsorten. Wo Tiefseefische gefangen wurden, stand die Temperatur meistens unter 0° (— 1,2 bis — 1,6 %).

1876 bis 1878 wurden zusammen 32 Species Tiefseefische gefangen, darunter folgende 7 neue Species: *Raja hyperborea*, *Liparis bathybii*, *Lycodes frigidus*, *Lycodes pallidus*, *Lycodes Lütkenii*, *Lycodes muraena und Rhodichthys (n. g.) regina*. Da 6 Species Lycodes in 25 Exemplaren gefangen wurden, so darf angenommen werden, dass diese Gattung am Grunde des Polarmeeres häufig ist und wahrscheinlich die Hauptnahrung der dort lebenden Raubfische *(Somniosus, Raja)* ausmacht.

Aus dem Mageninhalt der Tiefseefische geht hervor, dass manche pelagische Tiere auch in großen Tiefen leben und dort eine bedeutendere Größe erreichen, als in Oberflächenschichten. Vielleicht sind alle pelagischen Tiere Tiefseebewohner, welche unter günstigen Umständen an die Oberfläche steigen. Dies gilt besonders von *Themisto libellula*, einem zu den Hyperiden gehörenden Amphipoden, welcher in ungeheuren Mengen in den Polarmeeren auftritt. Dieser Kruster bildete die Hauptnahrung der gefangenen Fische. Er fehlte selbst in solchen nicht, welche in 1000 Faden (1800 m) Tiefe gefangen wurden. Das Gleiche gilt auch von einigen Calaniden und andern pelagisch auftretende Copepoden. — Collett gibt eine Uebersicht der Untersuchungsstationen, wo Tiefseefische gefangen wurden mit Angabe der Tiefe, Bodenbeschaffenheit und Temperatur und geht dann über zur ausführlichen Beschreibung der Arten. Unter diesen weicht *Rhodichthys regina* von allen bekannten Fischen so weit ab, dass für denselben ein neuer Gattungsbegriff aufgestellt werden musste. Der Fisch wurde aus 1230 Faden Tiefe lebendig heraufgezogen. Er war fast 300 cm lang, lebhaft roth, sehr weich, schuppenlos und so durchsichtig, dass unter der Haut und den Muskeln die Kiemen, die Wirbelsäule, das Gehirn und die meisten Baucheingeweide deutlich erkannt werden konnten. Die Bauchflossen sind vor den Brustflossen am Zungenbein befestigt und bestehen aus langen zweiteiligen Filamenten. Collett stellt ihn in die Familie der *Ophiidae*.

Der Text der chemischen und zoologischen Abteilung ist norwegisch und englisch. Beide sind durch Karten, gute Holzschnitte und ausgezeichnete Lithographien der meisten beschriebenen Fische illustrirt.

K. Möbius (Kiel).

Ueber die Wirkung, welche Salze und Zucker auf die roten Blutkörperchen ausüben.

Von

Prof. Alexander Rollet.

in Graz.

Gewöhnlich wird die Angabe gemacht, dass Zuckerlösungen auf die roten Blutkörperchen in ganz analoger Weise einwirken, wie Salzlösungen. In der Tat sieht man bei der Anwendung der einen wie der andern die roten Blutkörperchen unter dem Mikroskope ihr Volumen verkleinern, wie angenommen wird, in Folge von Wasserentziehung. Salzlösungen sowol, als Zuckerlösungen verzögern den Eintritt der Blutgerinnung und können benützt werden, um ein Blutkörperchensediment aus dem Plasma zu gewinnen. Zuckerlösungen machen ebenso wie Salzlösungen möglich, dass die Blutkörperchen durch Filtration vom Plasma oder Serum getrennt werden können. Bedient man sich aber der Entladungsschläge der Leidener Flasche zur Untersuchung der Blutkörperchen des gesalzenen oder gezuckerten Blutes, so ergeben sich bemerkenswerte Verschiedenheiten zwischen Salz- und Zuckerwirkung.

Während die specifische Resistenz der Blutkörperchen gegen die Entladungsschläge sehr rasch zunimmt mit steigender Salzconcentration, wächst sie nur allmählich mit steigender Zuckerconcentration. Verhältnissmäßig niedrige Salzconcentrationen bewirken, dass das Blut durch Entladungsschläge nicht mehr durchsichtig gemacht werden kann, während sehr stark gezuckertes Blut durch Entladungsschläge noch eben so lackfarbig gemacht werden kann wie das unveränderte Blut. Dass es sich bei diesen Versuchen nur um eine einseitige Aenderung des specifischen Widerstandes der Zwischenflüssigkeit handle, kann ausgeschlossen werden. So lange die Blutkörperchen sich durch Entladungsschläge noch verändern, sieht man unter dem Mikroskope immer dieselbe Reihe von successiven Veränderungen an denselben ablaufen, welche für die Blutkörperchen des unveränderten Blutes charakteristisch sind. Es bleibt also den Blutkörperchen in den concentrirtesten Zuckerlösungen, die ihnen im Normalzustande zukommende Reaktion auf den Entladungsstrom erhalten, während durch verhältnissmäßig niedrige Concentrationen von Salzen dieselbe aufgehoben wird.

Wir müssen daraus entnehmen, dass Zuckerlösungen die roten Blutkörperchen in einem ihrem ursprünglichen Zustande sehr nahe kommenden Zustand conserviren, selbst noch bei sehr hohen Concentrationen, während Salzlösungen bei noch geringer Concentration dieselben schon eingreifend verändern.

Guglielmo Romiti.

Lezioni di Embriogenia umana e comparata dei vertebrati. Parte I. Embriogenia generale. Siena 1881, 211 S.

Der Veröffentlichung liegen Vorträge zu Grunde, welche Verfasser im Jahre 1879/80 zu Siena in seiner Eigenschaft als Professor der Anatomie dortselbst gehalten hat.

In dreizehn Vorlesungen werden demgemäß, nach vier geschichtlichen Einleitungen, die hauptsächlichsten Entwicklungsvorgänge, die Entstehung des Eis und Samens, die Furchung, Blätterbildung, die Primitivorgane, der Primitivstreifen, die Medullarrinne, Chorda dorsalis, die Blutbildung, die Wolff'schen Körper, die Eihüllen, die Placenta besprochen, während die specielle Entwicklungsgeschichte im zweiten Teil abgehandelt werden soll.

Was nun die Art und den Umfang des Gegebenen anbetrifft, so muss hervorgehoben werden, dass Verfasser außerordentlich fleißig die einschlagende Literatur zusammengetragen und kritisch verarbeitet hat. Namentlich ist er überall, wo es von Interesse, einerseits auf die älteren Quellen, in Sonderheit die klassischen italienischen Anatomen und Embryologen, eingegangen, andrerseits finden sich alle wichtigen neueren und neuesten Beobachtungen und Theorien gewürdigt, wobei dem Verfasser seine gründliche Kenntniss der deutschen Arbeiten sehr zu Statten kommt. Nur hin und wieder laufen in der näheren Angabe der Fundstellen Irrthümer unter (vgl. p. 31, Anm.: 1, pag. 35, Anm.: 3. u. a. m.) Es lässt sich begreifen, dass eine solche Quellenangabe, jedesmal an der betreffenden Stelle dem Forscher, in soweit er noch vorwiegend Lernender ist, sehr willkommen sein muss, weil ihm ermöglicht wird, jeder einzelnen Tatsache, bezw. Beobachtung gewissermaßen auf der Spur nachzugehen — ein Zweck, der durch allgemeine Literaturübersichten (ich erinnere nur an die sorgfältige Zusammenstellung in Kölliker's neuer Auflage der Entwicklungsgeschichte) — nicht erreicht werden kann. — Ueberhaupt dürfte das Buch für den Embryologen von Fach wertvoller sein, als für den Studirenden, für den es berechnet ist, zumal dasselbe ohne jede Figurenbeigabe erscheint. — Mit Erfolg benützbar wird es daher für den nicht schon Eingeweihten nur in Anschluss an die praktischen Demonstrationen der Vorlesung, die diese Lücke auszufüllen berufen sind.

Von Einzelheiten eigentümlicher Auffassung wäre Folgendes hervorzuheben und zu berichten:

Verfasser glaubt, dass eine Lösung des Eis beim Weibe durch den Beischlaf erfolgt, indem namentlich durch den vermehrten Blutzufluss, die bereits reifen Follikel zum Platzen gebracht werden. (p. 63). Das Entoderm sieht R. nicht als ein Produkt des Ektoderms an, sondern leitet es direkt von den Furchungskugeln des Dotters ab. (p. 90). — Er schließt sich daher auch nicht, wenigstens für die höheren Tiere

und die Menschen, der Gastrulatheorie an, und „scheut sich nicht," wie er sich ausdrückt, „zu versichern, dass eine solche Anschauung durch Nichts verbürgt ist." (p. 10). Auch dem Haeckel'schen Entwicklungsgesetz gegenüber hält sich R. auf Kölliker's und His' Standpunkt. —

In Betreff der Entstehung der Chorda bestreitet R. die Richtigkeit der Angabe Radwaner's, dass dieselbe bei den Teleostiern (Forelle) aus dem Ektoderm entstehe; er sah bei den Salmoniden ihre Entstehung aus dem Entoderm (p. 115).

Verhältnissmäßig sehr eingehend werden die Kapitel von der Entstehung der Decidua, der Placenta und der übrigen foetalen Anhänge behandelt (pap. 137 — 207). R. steht hier vollständig auf Ercolani's bekanntem Standpunkt und beschreibt die Bildung der Placenta in Anschluss teils an ihn, teils an Turner. Die vergleichend anatomischen Tatsachen finden sich auch hier übersichtlich geordnet, und empfehlen sich gerade diese Kapitel wegen des reichhaltigen auch vergleichend embryologischen Inhalts. —

Ein endgültiges Urteil über das Werk wird sich erst nach Erscheinen des zweiten Bandes gewinnen lassen. Der vorliegende, allgemeine Teil hat in sofern mit größeren Schwierigkeiten zu kämpfen, als dem Lernenden immer eine gewisse dogmatische Darstellung bequem ist, die, durch eine entsprechende Autorität gestützt, ihm über die verwirrenden Controversen hinaushilft. —

In Bezug auf die Darstellung könnte man R. höchstens den Vorwurf machen, dass er durch eine zu eingehende Würdigung der streitigen Fragen den wissenschaftlichen Glauben seiner Hörer erschüttert, wenn nicht gerade diese Art der Darstellung den Skepticismus, die Quelle jedes wahren Fortschritts, förderte.

Rabl-Rückhard (Berlin).

Altes und Neues über Atembewegungen.

Von

J. Rosenthal.

(Fortsetzung.)

Wir haben schon zu bemerken Gelegenheit gehabt, dass die Gefühlsnerven einen erheblichen Einfluss auf die Atembewegungen ausüben, und dass manche Forscher in ihnen sogar die Ursache der Atembewegungen gesucht haben. Seit alter Zeit ist es bekannt, dass Neugeborne, welche aus irgend einem Grunde nicht von selbst zu atmen beginnen, durch Hautreize aller Art, Schläge, Reiben und Bürsten, Besprengen mit kaltem Wasser u. dgl. dazu veranlasst werden. So hat es denn auch nicht an Forschern gefehlt, welche die oben darge-

stellten Anschauungen über die Ursache des ersten Atemzuges anzweifelten und den Hautnerven, sei es einzelnen oder allen, eine hervorragende Rolle dabei zuschrieben. So beobachtete schon Pflüger (s. dessen Arch. für die gesammte Physiol. I. 82), dass Kaninchenembryonen, welche durch Eröffnung des Uterus in ihren Eihüllen blosgelegt wurden, selbst nach Unterbrechung des Placentarkreislaufs nur einzelne unregelmäßige Atemzüge machten, dass aber die normale Atmung erst begann, sobald er einen Schlitz durch die über Mund und Nase gespannten Eihäute machte, so dass bei der folgenden, irgendwie angeregten Inspiration Luft in die Lungen drang. Daher schien es ihm, als „ob durch die erste Lungenentfaltung noch ein besonderes Moment geschaffen werde, welches erst den normalen Gang der periodischen Innervation in der Medulla oblongata auslöse." Aehnliche Beobachtungen machte v. Preuschen (Zeitschr. f. Geburtshilfe u. Gynäkologie I. 353), doch genügt nach ihm nicht die Eröffnung der Eihüllen über der Schnauze, sondern diese müssen ganz zerrissen werden, um die Atembewegungen anzuregen, und dieser Erfolg tritt auch ein, wenn vorher die beiden Nn. vagi durchschnitten waren. v. Preuschen schließt daraus, dass die Einwirkung der Luft auf die Hautnerven und nicht die auf die Lungennerven das wesentliche Moment sei. Auch Preyer kam nach seinen Experimenten zu ähnlichen Anschauungen wie Pflüger. Doch haben schon Schwartz in einer zweiten Arbeit (Hirndruck und Hautreize in ihrer Wirkung auf den Foetus. Arch. f. Gynäkologie. Bd. I 1870) und neuerdings M. Runge (Zur Frage nach der Ursache des ersten Atemzuges. Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäkol. VI. 1881) darauf hingewiesen, wie wenig Wert solche Versuche an ungebornen Föten haben, da es nicht möglich ist, dieselben der Beobachtung zugänglich zu machen, ohne den Placentarkreislauf zu stören; woraus also folgt, dass die auf Hautreize beobachteten Atembewegungen nicht etwa die wahren ersten Atemzüge sind, sondern Reizerscheinungen an einem asphyktischen Foetus, welcher seine ersten Atemzüge schon vorher, ehe er zur Beobachtung kam, vollzogen hatte. Und in derselben Lage befindet sich auch, wie ich schon 1862 hervorgehoben habe (Atembewegungen S. 9), sehr häufig das Kind unmittelbar nach der Geburt. Warum aber in diesem leicht asphyktischen Zustande Hautreize leichter Atembewegungen auslösen als sonst, darauf werden wir noch zurückkommen.

Unter den zahlreichen Erfahrungen über den Einfluss sensibler Nerven auf die Atmung nehmen diejenigen, welche sich auf die Nn. vagi beziehen, in hervorragender Weise unsere Aufmerksamkeit in Anspruch, weil diese Nerven sich in den Lungen verbreiten und weil die Durchschneidung und Reizung dieser Nerven den auffälligsten Einfluss auf die Atembewegungen haben. Durchschneidung der Vagi hat zur Folge, dass die Frequenz der Atembewegungen erheblich sinkt, wobei aber jeder einzelne Atemzug so verstärkt wird, dass die Gesamt-

leistung des Athmungsapparats nicht wesentlich geändert wird. Ich hatte dies schon 1862 auf Grund der Messung der sogenannten Athmungsgröße d. h. der in der Zeiteinheit durch die Athmung in Bewegung gesetzen Luftmenge angenommen. Diese Messungen waren sehr unvollkommen; sie genügten aber, um zu zeigen, dass die normale Athmung in ihrer Stärke nicht wesentlich von der Einwirkung der Vagi abhängt. In letzter Zeit konnte ich jedoch die Tatsache auf andre Weise zuverlässiger bestimmen, nämlich durch unmittelbare Messung der von den Athemmuskeln geleisteten Arbeit. Führt man durch den Oesophagus eine Röhre in den Thoraxraum und verbindet diese mit einem Manometer, so sieht man den Atembewegungen entsprechende Druckschwankungen, welche auf einer bewegten Fläche aufgeschrieben werden können. Diese intrathoracalen Druckschwankungen müssen aber den Arbeitsleistungen der Athemmusculatur nahezu proportional sein; denn je stärker sie schon in der Ruhestellung des Thorax über ihr natürliches Volum ausgedehnt wird, desto größer muss die Arbeit sein, welche diese Ausdehnung bewirkt. Ich habe nun gefunden, dass die so gezeichneten Curven der Druckschwankungen nach Durchschneidung der Vagi zwar an Zahl ab- und an Tiefe zunehmen, dass aber die Flächenräume, welche diese Curven begrenzen, in beiden Fällen sehr genau übereinstimmen. Ich habe diese Tatsache schon kurz angedeutet in einem Aufsatz, welcher von der Vagusreizung handelt (Arch. f. Phyiol. Jahrg. 1880. Supplementband S. 34) und werde die genauen Belege demnächst veröffentlichen.

Für die Erklärung der Wirkungen, welche die Vagusdurchschneidung auf die Atembewegungen hat, ist es aber notwendig, auch die Erscheinungen heranzuziehen, welche die künstliche Reizung dieser Nerven bewirkt. Wir verdanken die erste Kenntniss dieser Wirkungen der Arbeit von Ludwig Traube (Zeit. d. Vereins f. Heilk. 1847 No. 5). Wenn man einen Vagus am Halse durchschneidet und sein unteres, den Lungen zugekehrtes Ende reizt, so sieht man keine direkte Wirkung auf die Atmung (von den indirekten Wirkungen, welche z. B. durch den Herzstillstand in Folge der Reizung der früher erwähnten Hemmungsnerven veranlasst werden können, wollen wir hier absehen).

Wird aber das obere, mit dem Gehirn zusammenhängende Ende des Nerven gereizt, dann erfolgt entweder eine Vermehrung der Frequenz, oder, bei stärkerer Reizung, ein Stillstand der Atembewegungen. Ist auch der andre Vagus durchschnitten und dadurch jene oben angegebene Verminderung der Zahl der Atemzüge herbeigeführt worden, so kann man durch die künstliche Reizung die Frequenz wieder auf die normale Höhe bringen oder über dieselbe hinaus steigern, endlich wieder Stillstand hervorbringen, je nach der Stärke der angewandten Reizung.

Diese Erfahrungen von Traube sind seitdem vielfach bestätigt

worden, aber über den Zustand, in welchem der Atmungsapparat bei Vagusreizung zum Stillstand gelangt, lauten die Angaben verschieden. Traube selbst, und mit ihm viele Andre, geben an, dass der Atemapparat während der Reizung in der Inspirationsstellung zum Stillstand gelange; Andre dagegen wollen Exspirationsstellung beobachtet haben, während noch Andre bald das eine, bald das andre gesehen zu haben angeben.

Solche Widersprüche in den rein tatsächlichen Angaben sind durch verschiedene Umstände veranlasst. Erstens ist es zuweilen wirklich schwer, den Zustand, in welchem der Atemapparat zum Stillstand kommt, sicher zu beurteilen; man kann jedoch diese Sicherheit beträchtlich erhöhen, wenn man sich nicht lediglich auf die Beobachtung mit bloßem Auge verlässt, sondern eine zuverlässige Registrirungsmethode benutzt, welche die Lage des Zwerchfells, als der hauptsächlichsten Respirationsmuskeln, oder den Druck im Thorax aufzeichnet. Zweitens aber haben wir uns gegenwärtig zu halten, dass die Reizung selbst, je nach Umständen, verschiedene Wirkungen haben kann.

Was die Anatomen N. vagus nennen, ist in anatomischer Beziehung eine Einheit, so zu sagen ein Individuum. Aber physiologisch ist dieser Nerv, mehr als jeder andre, ein sehr zusammengesetztes Ding. Es liegen da, in derselben Nervenscheide vereinigt, die verschiedenartigsten Nerven, die zum Herzen, zu den Lungen, dem Magen u. s. w. ziehen. Wenn wir nun in unsern Versuchen einen solchen Nerven reizen, so können wir verschiedene Wirkungen erhalten. Und wenn, wie es wirklich der Fall zu sein scheint, einige dieser Nerven auf den Atmungsmechanismus gerade entgegengesetzt wirken als andre, dann werden die Erscheinungen wechseln, je nachdem die eine oder andre Wirkung überwiegt. Die Aufgabe der experimentellen Forschung ist es dann, diese Wirkungen, wenn möglich, getrennt zur Erscheinung zu bringen.

Es war mir im Jahre 1860 gelungen, eine solche Trennung vorzunehmen. Vom N. vagus zweigt sich der N. laryngeus superior ab, der eigentliche sensible Nerv des Kehlkopfs. Trennt man ihn von diesem ab und reizt das noch mit dem Gehirn zusammenhängende Ende, so erschlafft das Zwerchfell und der Atmungsapparat steht im Zustande der Untätigkeit still. Da ich bei Reizung des Vagusstamms unterhalb des Laryngeus superior stets, ebenso wie Traube, Zusammenziehung des Zwerchfells beobachtet hatte, so glaubte ich, dass die abweichenden Angaben andrer Forscher dadurch zu erklären seien, dass bei ihren Versuchen die Reizung auf den N. laryngeus superior übergegriffen habe.

Aber der Vagusstamm ist auch unterhalb des N. laryngeus superior noch sehr zusammengesetzt. Insbesondre hat Burkart, ein Schüler Pflüger's, (Pflüger's Arch. I. 107) gefunden, dass auch der weiter unten vom Vagusstamm abgehende N. laryngeus inferior, welchen

man als einen rein motorischen Nerven zu betrachten gewohnt war, in ähnlicher Weise auf die Atmung wirkt wie der Laryngeus superior. Ich konnte das nur zum Teil zugeben (Bemerkungen über die automatischen Nervencentra. Erlangen 1875. S. 46). Die Wirkungen des Laryngeus inf. sind unsicher, nicht immer zu erhalten, bedeutend schwächer und fehlen bei narcotisirten Tieren ganz, was sie von denen des Laryngeus sup. wesentlich unterscheidet. Aber immerhin konnten sie zur Erklärung der wechselnden Erfolge der Vagusreizung dienen, da sie im Vagusstamm zusammen mit den „Traube'schen Fasern" verlaufen, wie wir wol diejenigen nennen können, deren Wirkung eben in der Kontraktion des Zwerchfells sich ausspricht.

Aber es ist ebenso möglich, dass neben diesen „Traube'schen Fasern" auch von der Lunge her schon Fasern mit andrer Wirkung durch den Vagus zur Medulla oblongata ziehen. Die Existenz solcher hat Hering (Sitzungsber. d. Wien. Akad., Math.-naturw. Cl., 2te Abt. LVII. 672) zu erweisen gesucht. Vergrößerung der Lungen durch Aufblasen u. dgl. wirkt nach ihm hemmend auf den Ablauf der Inspiration, Verkleinerung der Lungen dagegen hemmend auf den Ablauf der Exspiration. Man kann sich das am leichtesten vorstellen unter der Annahme zweier Arten von Fasern, und die elektrische Reizung des Vagusstammes würde daher, da beide Faserarten dabei gereizt werden, wechselnde Erfolge geben, wie sie eben auch von den verschiedensten Forschern gefunden wurden. Namentlich stimmen sehr viele von ihnen darin überein, dass besonders bei Reizung mit starken elektrischen Strömen oder bei schon ermüdeten Nerven leichter Stillstand der Atmung in Exspirationsstellung zu beobachten ist, während bei schwächerer Reizung und bei frischen Nerven ausnahmslos nur Stillstand in Inspirationsstellung vorkommt.

Um jedoch den Einfluss des Vagus auf die Atembewegungen ganz zu verstehen, muss noch ein Umstand berücksichtigt werden. Beobachtet man das Zwerchfell genau während der Vagusreizung, so sieht man, dass die Contraktion desselben um so stärker ausfällt, je stärker vorher die Atembewegungen waren. Dasselbe gilt von den andern inspiratorischen Muskeln. Bei der gewöhnlichen normalen Atmung, wo diese letzteren meist ganz unwirksam sind, bleiben sie auch bei der Vagusreizung untätig; ist aber das Tier dyspnoisch, so dass einzelne oder alle dieser Muskeln an der verstärkten Atmung mitwirken, so können sie auch durch Vagusreizung in stetige Kontraktion versetzt werden und diese Kontraktion betrifft immer nur solche Muskeln, welche sich schon an der Atmung beteiligt haben, und ist um so stärker, je stärker ihre Tätigkeit vorher war. Macht man andrerseits ein Tier apnoisch, so dass auch das Zwerchfell ganz aufhört, sich rhythmisch zusammenzuziehn, so hat die Vagusreizung auch auf dieses keine Wirkung; es bleibt untätig.

Aus diesen, von mir im Jahre 1862 veröffentlichten Tatsachen

zog ich den Schluss, dass die Wirkung jener Vagusfasern, welche Traube entdeckt hatte, auf das Atmungscentrum eine ganz eigentümliche sei. Als Ausdruck der Tatsachen, ohne alle Hypothesen, konnte ich sagen, dass durch die Reizung der Vagi die Summe der von dem Atemcentrum geleisteten Arbeit nicht verändert, sondern nur anders verteilt werde. Diese Tatsache habe ich neuerdings nochmals mit genaueren Beobachtungsmethoden festgestellt (Arch. f. Physiol. 1880. Supplementbd. S. 34).

Da nun auch die Durchschneidung der Vagi, welche die Atembewegungen verlangsamt, aber gleichzeitig vertieft, die Summe der vom Atmungsapparat geleisteten Arbeit unverändert lässt, so kommen wir zu der Ueberzeugung, dass die Lungenfasern des Vagus während des normalen Lebens fortwährend auf das Atmungscentrum einwirken, dass sie die Atembewegungen zahlreicher und flacher machen, aber ohne dadurch das Maß ihrer Arbeitsleistung zu verändern.

Man könnte nun diese Einwirkung im Anschluss an E. Hering so auffassen, dass die zwei Faserarten, welche man in den Lungenfasern des Vagus annimmt, abwechselnd bei den Volumveränderungen der Lunge gereizt werden und dadurch die Ursache des Atmungsrhythmus werden. Diese Auffassung ist aber nicht im Stande zu erklären, warum auch nach Durchschneidung der Vagi die Atmung noch rhythmisch, wenngleich in anderem Tempo, vor sich geht. Der Rhythmus als solcher muss in der Natur des automatischen Atemcentrums selbst begründet sein, und er muss derartigen Centren überhaupt eigen sein, da auch das Herz rhythmisch pulsirt und andre automatische Wirkungen eine, wenngleich weniger regelmäßige rhythmische Tätigkeit erkennen lassen.

In Ermangelung tieferer Einsicht in die Vorgänge, die sich in den Nervenzellen abspielen, habe ich mich vorderhand mit einer Hypothese oder, richtiger gesagt, einem Gleichniss begnügt. Danach soll man sich vorstellen, dass die in den Nervenzellen frei werdenden Kräfte nicht ohne weiteres auf die motorischen Nervenbahnen übergehen können, welche sie zu den betreffenden Muskeln leiten, sondern vorher einen Widerstand zu überwinden haben, dass sie sich in Folge dessen gleichsam aufstauen und in einzelnen, rythmisch erfolgenden Stößen entladen. Diese Hypothese hat allgemeinen Eingang gefunden und ist seitdem vielfach reproducirt worden.

Wenn man dieses Gleichniss zulässt, so würde man die Wirkung der Vagi erklären können als eine Verminderung jenes Widerstandes; denn eine solche muss die Zahl der einzelnen Entladungen der in den Nervenzellen entwickelten Kräfte vergrößern, dabei aber muss eine jede einzelne Entladung schwächer werden. Und wenn, wie es bei künstlicher elektrischer Reizung der Vagi geschehen kann, jener Widerstand noch kleiner wird, dann muss die rhythmische Tätigkeit in eine stetige, aber schwache Zusammenziehung der betreffenden Mus-

keln übergehen. Und das alles ist es ja gerade, was uns die Versuche gezeigt haben. Eine solche bequeme Zusammenfassung aller Tatsachen hat immerhin einen, wenn auch nur didaktischen Wert, wenn wir auch nicht blind sein dürfen gegen den Mangel, dass eine klare Vorstellung davon, wie eine Nervenreizung jenen hypothetischen Widerstand vermindern könne, nicht gegeben werden kann.

Meade Smith, Die Temperatur des gereizten Säugetiermuskels.

Arch. f. Anat. und Physiol. (physiolog. Abteilung) 1881. S. 105 — 152.

Die bisherigen Untersuchungen über die mit der Tätigkeit des Skelettmuskels verknüpfte Wärmebildung sind fast ausschließlich am M. gastrocnemius des Frosches angestellt; nur spärliche Angaben liegen über das entsprechende Verhalten von Warmblütermuskeln vor. S. suchte unter Ludwigs Leitung diese Lücke unserer Kenntnisse auszufüllen.

Mittels feiner in die Schenkelvene eingeführter Quecksilberthermometer wurde entweder die Temperatur des aus der Gruppe der Unterschenkelstrecker (vom Hunde) abfließenden Venenbluts gemessen, oder direkt die Temperatur der Muskelsubstanz betimmt, indem Thermometer zwischen die betreffenden Muskelbäuche eingeführt wurden. Da sich aber die nervösen kühleren Zuflüsse aus der Haut und den Fascien nicht völlig absperren lassen, so zeigt ein in die Muskelvene eingeführtes Thermometer nicht genau die Temperatur des aus den Muskeln abströmenden Bluts an, sondern eine etwas niedrigere. Da außerdem die Menge des in der Zeiteinheit einen Muskel durchströmenden Bluts während des Tetanus beträchtlich zunimmt und daher die Temperatur des Cruralvenenbluts während der Nervenreizung steigen kann, ohne dass die Muskelsubstanz selbst eine Temperaturänderung erlitten hätte, so lässt sich aus den Temperaturveränderungen des Schenkelvenenbluts ein direkter Schluss auf eine gesteigerte Wärmebildung im gereizten Muskel nur dann ziehen, wenn die gleichzeitig in der Aorta gemessene Temperatur des arteriellen Bluts niedriger ist als die des venösen Bluts. Wenn der Tetanus 1 — 2 Minuten dauert, ist dies in der Regel der Fall. Der Ueberschuss der venösen über die arterielle Temperatur betrug in S.'s Versuchen nie mehr als 0,6° C. Ihren größten Werth erreicht die Temperatur des Schenkelvenenbluts bald (1 — 2 Min.) nach Beginn des Tetanus; nach Beendigung der Reizung kehrt sie nur langsam zu ihrem ursprünglichen Stande zurück.

Bei direkter Messung der Temperatur des ruhenden Muskels zeigte sich dieselbe bisweilen beträchtlich niedriger als die des Arterienbluts, obschon wegen der vorhergehenden Nervendurchschneidung die Gefäße erweitert waren. In zwei andern Fällen wurde auch das Umgekehrte beobachtet; auch schien die Temperatur sowol vor als während der Tätigkeit nicht an allen Stellen eines Muskels gleich zu sein. Heidenhain hat gefunden, dass die Wärmebildung des aus-

geschnittenen Froschmuskels unter sonst gleichen Umständen mit der Spannung desselben zunimmt. Nach den Versuchen von S. erwies sich dagegen die Wärmebildung des Warmblütermuskels bei der Tätigkeit unabhängig von der Spannung. Auch besteht zwischen dem jeweiligen Verkürzungsgrad des Muskels und der Temperatursteigerung keine strenge Abhängigkeit. Es scheint vielmehr, „dass die Temperatur und auch die Bildung der Wärme mit dem Reize wachse, unabhängig davon, ob ein gleiches auch mit der Verkürzung der Faser der Fall sei.“ Dies geht auch aus Smiths Versuchen über den Einfluss der Ermüdung auf die maximale Eigentemperatur (d. i. der Unterschied der Temperatur des Muskels und des arteriellen Bluts) des gereizten Warmblütermuskels hervor, indem die Fähigkeit desselben, sich zu erwärmen, durch vorhergehende anhaltende Reizung bald zu -, bald abnimmt, unabhängig von der durch Abnahme der Hubhöhe sich kundgebenden Ermüdung. S. sah bisweilen noch nach Beendigung der Reizung die Temperatur ansteigen, so dass es scheint, als dauere die Wärmebildung auch im erschlafften Muskel fort. Um festzustellen, inwieweit die Temperaturerhöhung des gereizten Muskels von der Durchströmung mit Blut abhängt, stellte S. vergleichende Reizversuche vor und nach Absperrung der zuführenden arteriellen Gefäße an, wobei sich herausstellte, dass die Temperatur des stromfreien Muskels während des Tetanus ebenso hoch zu steigen vermag wie die des durchströmten. Während jedoch die Temperatur im letzteren Falle bei länger anhaltender Reizung erst ziemlich spät (nach 4 und mehr Minuten) eine deutliche Abnahme erkennen lässt, erfolgt im ersteren Falle schon nach kurzer Reizdauer ein jäher Temperaturabfall. Es bedarf daher der gereizte Warmblütermuskel des Bluts, um dauernd während der Tätigkeit Wärme zu entwickeln.

Nach vorhergegangener Curarevergiftung stieg die Temperatur bei direkter Reizung der oben erwähnten Muskelgruppe stetig an, auch während der eingeschalteten Ruhepausen und selbst wenn zwischendurch der Blutstrom abgesperrt wurde. Doch erfolgte das Steigen der Quecksilbersäule rascher während des Tetanus, langsamer während der Ruhepausen. Im Ganzen war die maximale Temperaturerhöhung des direkt gereizten Curaremuskels geringer, als die des indirekt gereizten normalen Muskels. Für die Annahme, dass im Curaremuskel Wärmebildung auch durch indirekte Reizung angeregt werden könne, lieferten die Versuche von S. keine sichern Anhaltspunkte. Es gelang S. auch bei indirekter Reizung künstlich durchströmter Warmblütermuskeln in zwei Fällen eine deutliche Temperaturerhöhung zu beobachten.

W. Biedermann (Prag).

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **15. Juli 1881.** **Nr. 7.**

Inhalt: **Loew** und **Bokorny**, Ein chemischer Unterschied zwischen lebendigem und totem Protoplasma. — **Brandt**, Färbung lebender einzelliger Organismen. — **Horst**, Befruchtung und Entwicklung von Hermella alveolata. — **Lubbock**, Beobachtungen über die Gewohnheiten der Ameisen. — **Drasch**, Ueber die Verbreitung der Nerven im Dünndarm. — **Rosenthal**, Altes und Neues über Atembewegungen (Schluss). — **Högyes**, Der Nervenmechanismus der associirten Augenbewegungen. — **Steiner**, Ueber die elektrischen Erscheinungen an der Netzhaut. — **Engelmann**, Neue Methode zur Untersuchung der Sauerstoffausscheidung pflanzlicher und tierischer Organismen.

Ein chemischer Unterschied zwischen lebendigem und totem Protoplasma.

Von

Oscar Loew und Thomas Bokorny

in München.

Ein Referat über eine in Pflüger's Archiv XXV. Heft 3 und 4 von uns veröffentlichte Abhandlung, ergänzt durch Beschreibung weiterer Beobachtungen.

Nachdem vor einigen Jahren E. Pflüger zuerst mit Entschiedenheit betont hatte, dass ein chemischer Unterschied zwischen lebendem und totem Protoplasma bestehen müsse, ist im vorigen Jahre der eine von uns (Pflüger's Archiv XXII p. 503), von einer Hypothese über die Bildung des Albumins ausgehend, zum Schluss gekommen, dass die lebendige Bewegung des Protoplasmas[1]) wahrscheinlich auf die Spannkraft der durch außerordentliche Beweglichkeit ausgezeichneten Aldehydgruppe, der Tod aber auf deren Verschiebung im Eiweißmolekül zurückzuführen sei.

Da nun die Aldehydgruppe dadurch ausgezeichnet ist, dass sie

1) Unter Protoplasma verstehen wir das lebendige Eiweiß, welches tagmatisch angeordnet in Verbindung mit Mineralstoffen und Wasser den Träger der Lebensfunktionen darstellt.

selbst aus außerordentlich verdünnter alkalischer Silberlösung das Metall reducirt, so versuchten wir mittels dieses Reagens die Probe auf obige Hypothese zu machen.

Das Reagens wird am besten auf folgende Art hergestellt: Man bereitet sich a) eine Lösung von 1 % Silbernitrat; b) verdünnt eine Mischung von 13 Cc. Kalilauge von 1,333 spec. G. und 10 Cc. liq. Ammon. caust. von 0,964 spec. G. auf 100 Cc.; von beiden Flüssigkeiten vermischt man vor dem Gebrauch je 1 Cc. und verdünnt diese Mischung auf 1 Ltr. Die fertige Mischung vorrätig aufzubewahren, empfiehlt sich wegen allmählicher Silberabscheidung im Lichte nicht. Man kann auch die Kalilauge durch eine entsprechende Menge Kalkwasser ersetzen; bei Abwesenheit von Kali oder Kalk ist die Reaktion entschieden schwächer.

Als passendste Objekte für unsere Versuche erschienen uns Zellen, welche ohne weitere Präparation unter dem Mikroskop studirt werden konnten, welche ferner eine dünne, leicht permeable Membran und ein wenigstens teilweise farbloses möglichst wasserreiches Protoplasma, geeignet, Reagentien von großer Verdünnung leicht eindringen zu lassen, besaßen. Gewisse Fadenalgen unserer Süßwässer, besonders *Spirogyra*, schienen diesen Anforderungen am besten zu entsprechen. Bevor wir jedoch unser Reagens daran versuchten, war es absolut nöthig, uns zu vergewissern, ob nicht andere Stoffe mit reducirenden Eigenschaften vorhanden waren; und in der Tat fanden wir von solchen Körpern sowol Gerbstoff als Glycose vor.

Bezüglich des ersteren haben wir zu bemerken, dass er auf sehr verdünnte alkalische Silberlösung nicht mehr reducirend wirkt; so kann man Galläpfel-Gerbsäure mit einer alkalischen Silberlösung von 1 Tl. NO_3Ag auf 10000 Tl. aq. längere Zeit kochen, ohne dass Silberreduktion eintritt; nur bei bedeutend größerm Silbergehalt findet Reduktion statt. Uebrigens ist der Gehalt der Spirogyren an Gerbstoff ein so geringer, dass er bei der nachher zu beschreibenden Reaktion des Protoplasmas nicht in Betracht kommen kann.

Was nun Glycose betrifft, so ist ihre Menge ebenfalls in den Spirogyren äusserst gering, so dass hier dasselbe wie das vom Gerbstoff gesagte gelten kann. Gegen sehr verdünnte Silberlösung ist sie jedoch bedeutend empfindlicher als Gerbstoff, indem sie selbst mit einer alkalischen Silberlösung von 1 Tl. NO_3Ag auf 100000 Tl. aq. noch eine merkliche Bräunung zeigt. Diese Bräunung wird jedoch nicht durch ausgeschiedenes metallisches Silber verursacht, indem selbst bei tagelangem Stehen von etwas Glycose in 1 Ltr. Reagens keine Spur von abgesetzten Silberpartikelchen oder von Silberspiegel wahrgenommen werden kann, sondern höchst wahrscheinlich durch die Bildung von Silberoxydul, welches in ammoniakalischer Lösung eine braune Farbe zeigt (bei Abwesenheit des Silbers entsteht durch Alkali allein von derselben Verdünnung wie vorher diese Bräunung

nicht). Beträgt aber die Wassermenge das millionfache des Silbernitrats, so entsteht weder bei Kochen noch tagelangem Stehen desselben mit Glycose auch nur die leiseste Bräunung. Um jedoch noch besser vergleichbare Resultate zu erhalten, wurden mäßig dicke Schnitte von den an Glycose reichen Kirschen und Aepfeln in das Reagens gelegt, wobei wir nach 12 Stunden wohl eine gleichmäßige Gelb- bis Braunfärbung[1]) aber kein metallisches Silber in den Zellen wahrnahmen; bei der millionfachen Verdünnung des Silbernitrats war keine Spur von Reaktion sichtbar.

Dagegen zeigte selbst bei dieser Verdünnung das lebende Protoplasma der Spirogyren noch eine sehr kräftige Reaktion.

Nachdem nun durch die eben beschriebenen Versuche mit Evidenz dargetan ist, dass eine Metallausscheidung aus unserm Reagens nicht auf irgend einen in den Algen vorhandenen löslichen Stoff zurückgeführt werden kann, gehen wir zur genaueren Beschreibung der Reaktion über. Wir ließen mehrere Spirogyrenfäden einige Stunden in einem Liter Reagens bei Lichtabschluss liegen, worauf sie unter dem Mikroskop einen überraschenden Anblick darboten: Das Protoplasma der meisten Fäden war tiefschwarz von ausgeschiedenem Silber; nur einzelne Fäden oder Zellen waren ausgenommen, und diese zeigten entweder ganz farblosen oder schwach gelblich-braun gefärbten Zellsaft[2]) (Glycose-Reaktion). An den Querwänden und an den Chlorophyllbändern war die Reaktion am kräftigsten, wahrscheinlich wegen der dort intensiveren Lebenstätigkeit. Auffallend rasch und stark reagirte der Zellinhalt, wenn er sich zu einer Spore zusammengeballt hatte; schon nach sehr kurzer Zeit war diese tiefschwarz geworden, während andere Zellinhalte noch keine Spur von Reaktion erkennen ließen. Spirogyren, welche 5 Minuten in dem Reagens ver-

1) Diese Reaktion auf Glycose kann für mikrochemische Zwecke bestens empfohlen werden, wobei jedoch das Reagens in der erwähnten Verdünnung angewendet werden muss, da sonst Täuschungen wegen Einwirkung anderer Stoffe (Gerbstoff) möglich werden. Spirogyren, welche mikrochemisch mit der Trommer'schen Probe keinen Zucker erkennen lassen, reagiren (am besten tot) noch deutlich auf denselben mit der erwähnten Silberlösung.

2) Das Nichtreagiren einiger Zellen ist nach unserer Ansicht dahin zu erklären, dass das Protoplasma derselben schon abgestorben war oder wegen geschwächter Lebensfähigkeit bei Berührung mit dem Reagens rasch zu Grunde ging. Verfolgt man die erste Einwirkung des Reagens auf die Algenfäden unter dem Mikroskop, so bemerkt man, dass manche Fäden oder auch nur vereinzelte Zellen eines Fadens beim Anprall der Lösung sofort dem Tode verfallen, was in der gänzlichen Zerstörung der Plasma-Struktur sich manifestirt. Das Plasma der meisten Zellen jedoch erleidet zwar nach einigen Minuten auch eine Veränderung (Quellung der Chlorophyllbänder und geringe Ablösung des Plasmaschlauches), aber keine so erhebliche, dass es als tot angesprochen werden müsste. Mit der alkalischen Lösung von 1 Tl. Silbernitrat auf 1 Million Tl. aq. bleiben die Zellen lange Zeit ganz intakt.

weilt hatten, dann wieder 1 Tag in der Nährlösung lagen, gaben auch nachher noch eine schwache Silberreduktion; ein Beweis, dass bei diesen das Absterben nur sehr langsam vor sich geht.

Bei der zehnfachen Verdünnung des Reagens war das Resultat dem Vorigen ähnlich; ja die Zahl der reagirenden Zellen war womöglich noch eine größere (bei *Spirogyra condensata* Ktz.), wenn auch die Masse des abgeschiedenen Silbers eine geringere. Sogar bei einer Vermehrung des Wassergehalts auf 2 Millionen Teile war noch eine wenn auch schwache Wirkung sichtbar, und es ist dies ungefähr als die Grenze der Reaktion zu bezeichnen.

Wurden die Algen Einflüssen ausgesetzt, welche das Protoplasma töten, so blieb nachher, wie wir erwartet hatten, die Reaktion aus.

Zuerst versuchten wir die Tötung durch destillirtes Wasser. Während nach 30stündigem Liegen einzelne Fäden noch eine schwache Reaktion gaben, trat diese nicht mehr nach Verlauf von zwei Tagen auf: Die Chlorophyllkörper waren in Unordnung gerathen, das Protoplasma zeigte sich kontrahirt. Dass hier der Tod die Folge von Nährsalzentziehung war, scheint dadurch bewiesen zu werden, dass diese Erscheinungen durch Zusatz sowol von 0,1 pro mille Dikaliumphosphat als auch von ebensoviel Calciumcarbonat (als Bicarbonat in Lösung) verhindert werden konnten.

Algen, welche durch längeres Liegen in einer Glocke über concentrirter Schwefelsäure völlig ausgetrocknet waren, reducirten aus unserm Reagens ebenfalls kein Silber mehr.

Von einigem Interesse war es, die Lebenszähigkeit des Algen-Protoplasmas bei Einwirkung höherer Temperatur zu beobachten, da schon früher von verschiedenen Forschern (M. Schultze und W. Kühne) Untersuchungen in dieser Richtung an anderm Protoplasma angestellt worden waren. Wir fanden nun, dass wol auf 40° erwärmte Fäden noch reagirten, nicht aber auf 50° erhitzte[1]), ein Resultat, welches mit dem von den genannten Autoren gefundenen im Wesentlichen übereinstimmt, indem auch diese eine Temperatur von etwa 48° als Lebensgrenze bestimmten. Ausnahmen bezüglich der Resistenzfähigkeit gegen höhere Temperaturen gibt es allerdings unter den Algen, Infusorien und Pilzen, wie ja auch rücksichtlich der Empfindlichkeit gegen Austrocknen viele niedrige Organismen ein abnormes Verhalten darbieten.

Die tötliche Wirkung des Aetherdunstes, welche Kühne bei den Myxomyceten beobachtete, bestätigte sich auch bei unsern Algen, indem letztere, eine Stunde dem Aetherdunst ausgesetzt, unfähig wurden, aus dem Reagens Silber abzuscheiden; nur eine schwache Gelbfärbung

1) Durch Kochen getötete Fäden reagiren nicht mehr selbst mit einer einprocentigen alkalischen Ag-Lösung, mit welcher aber ausgetrocknete wol noch eine Silberabscheidung geben.

im Inhalt war in manchen Fällen zu bemerken. Erwähnen müssen wir, dass unter dem Einfluss des Aetherdunstes das Protoplasma sich nicht unbedeutend kontrahirte und eine Spur Flüssigkeit aus den Zellen austrat.

Einen tötlichen Effekt hatte ferner schon ein kurzer Aufenthalt in einprocentiger Natronlösung; selbst bei zehnfacher Verdünnung der letzteren trat nach kurzer Zeit der Tod ein, wobei in manchen Zellen, hier wahrscheinlich in Folge des Gerbstoffgehalts derselben, eine gelbliche bis bräunliche Färbung auftrat.

Ferner verhinderte auch ein kurzer Aufenthalt der Algen in einprocentiger Lösung von Kupfervitriol oder Schwefelsäure das Eintreten der Reaktion.

Dagegen fanden wir, dass selbst ein zwölfstündiger Aufenthalt in einer Lösung von 0,2 % essigsauren Chinins oder von sehr geringen Mengen Veratrin nicht tötlich auf das Protoplasma der Spirogyren wirkt.

Da Aldehyde auch aus Gold- und Platinlösungen die Metalle abscheiden, so wurden sehr verdünnte alkalische Lösungen der Chloride auf die Algen angewendet; und in der Tat wurde auch hier eine Metallabscheidung beobachtet, wenn auch beträchtlich schwächer als bei der Silberlösung, ein Unterschied, welcher sich teilweise aus dem verschiedenen Sauerstoffgehalt der Oxyde erklärt. Während ferner bei der Silberreaktion der Metallniederschlag meist körnig erscheint, ist das ausgeschiedene Gold äusserst fein und gleichmäßig verteilt und färbt das Plasma blau[1]).

Alkalische verdünnte Lösungen von Wismut-, ferner von Kupfer- und Bleisalzen gaben, wie vorauszusehen, keine Spur von Reaktion; dagegen schwärzten sich Spirogyren und besonders Zygnemen im frischen sowol als im erwärmten Zustand ziemlich rasch mit einer 1 pro mille Lösung von freier Ueberosmiumsäure, eine Folge des nicht unbeträchtlichen Gehalts des Plasmas an äusserst fein (micellar?) verteiltem Fett (oder Lecithin), welchem dieses eine gewisse Resistenzfähigkeit zu verdanken scheint[2]).

Versuche mit mehreren andern Spirogyrenspecies, ferner mit *Zygnema cruciatum*, *Cladophora*, *Vaucheria* gaben ähnliche befriedigende Resultate mit dem Silberreagens wie die oben beschriebenen, wobei jedoch zu bemerken ist, dass Algen, deren Protoplasma dicht mit

1) Bei Anwendung von Goldchlorid empfiehlt es sich, eine Lösung von 1 Goldchlorid zu 50000 aq. mit etwas Kalk- oder Barytwasser zu versetzen.

2) Algen mit einem Osmiumniederschlag im Innern schwärzen sich noch viel bedeutender nach längerem Verweilen in Silberlösung, was jedenfalls davon herrührt, dass ein Atom Osmium, um sich in alkalischer Lösung zu Osmiumoxyd oder Ueberosmiumsäure zu oxydiren, vier resp. acht Atome Silber abscheiden muss. Hievon ließe sich Gebrauch machen, wenn es sich darum handelt, eine schwache Osmiumreaktion besser sichtbar zu machen.

Chlorophyll erfüllt ist, natürlicher Weise ein weniger deutliches Bild gewähren als solche mit großenteils ungefärbtem Protoplasma, wie die Spirogyren. Eine merkwürdige, anfangs für uns geradezu verblüffende Ausnahme, machte eine andere Fadenalge, *Sphaeroplea annulina*, indem sie bei zahlreichen, vielfach abgeänderten, Versuchen keine Spur der gewünschten Reaktion gab. Die Vermutung, dass das Protoplasma dieser Alge sensibler sei als das der früher untersuchten, veranlasste uns, direkt unter dem Mikroskop die Wirkung des Reagens zu verfolgen. Ein Paar vollkommen normal aussehende Fäden wurden unter dem Mikroskop mit dem Reagens in Berührung gebracht, wobei momentan eine vollständige Zerstörung der so zierlichen Protoplasmastruktur sichtbar wurde: Die Chlorophyllringe lösten sich entweder alle auf einmal oder nach einander ruckweise von den Wänden los, verloren ihre scharfen Conturen, ließen Stärkekörner austreten und blieben entweder als einzelne rundliche Massen in der Nähe des vorher innegehabten Orts liegen oder rückten zu einem einzigen Klumpen zusammen. Den Gang der Verwüstung hier zu verfolgen, bietet unstreitig viel morphologisch-physiologisches Interesse, besonders wenn man unter dem Mikroskop den ebenso rasch eintretenden Tod gleichzeitig anwesender Infusorien dabei vergleichen kann. Nur wenig langsamer, aber im Princip ebenso wirkte schon ein Wasser mit einem Gehalt von nur 0,001 % NH_3 oder 0,0001 % $AgNO_3$, ebenso Wasser mit einem geringen Gehalt an Veratrin, ja schon destillirtes Wasser bewirkte unverhältnissmäßig rasch den Tod. Unter diesen Umständen war der negative Erfolg unsers Reagens einerseits nicht mehr überraschend, andrerseits aber lieferte er ein interessantes Beispiel für den großen graduellen Unterschied in der Sensibilität des Protoplasmas verschiedener sogar sehr nahe verwandter Organismen. Worauf die oft außerordentliche Sensibilität eines Protoplasmas zurückzuführen ist, wird wol häufig schwierig zu ermitteln sein; erwähnen wollen wir aber, dass die *Sphäroplea* außer durch sehr zarte Membran und dünnen Plasmaschlauch sich noch durch einen viel geringeren Fettgehalt des Plasmas von den übrigen untersuchten Algen unterscheidet.

Einen Beleg für den Zusammenhang zwischen Fettgehalt und Sensibilität des Plasmas können wir mit folgenden an *Spirogyra condensata* Ktz. gemachten Beobachtungen liefern: das Protoplasma der zur Conjugation neben einander gelagerten, bereits durch Fortsätze in gegenseitige Berührung getretenen Zellen scheidet kein Silber ab[1]),

1) Es mag vielleicht nicht überflüssig sein, hier kurz zu bemerken, dass zwei sich konjugirende Fäden nicht vollständig unter sich gleich sind, sondern solche morphologische Verschiedenheiten aufweisen, dass man fast versucht sein möchte, den einen Faden als weiblich, den andern als männlich anzusprechen. Der sogenannte weibliche Faden, der gewöhnlich die aus der Konjugation her-

sondern zeigt nur die bereits oben beschriebene Zuckerreaktion, ein Zeichen dafür, dass der Zellinhalt dieser *Spirogyra*, wenn er in dieses Stadium eintritt, eine innere Veränderung erleidet, welche denselben weniger widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse, in unserm Falle gegen Silberlösung macht. Doch scheint diese Schwächung der Resistenzfähigkeit des Plasmas erst dann sich geltend zu machen, wenn die von den Zellen getriebenen Fortsätze mit einander in Contact treten; denn Zellen, die solche Fortsätze treiben, ohne dass ihnen von der Seite des gegenüberliegenden Zellfadens ebensolche entgegenwüchsen (weil sie gleichsam überzählig[1]) sind), geben in allen Fällen eine starke Silberabscheidung, so dass man fast in jedem sich conjugirenden Faden mitten unter dem Gros der blos Zuckerreaktion zeigenden Zellen vereinzelte dicht mit schwarzem Silber angefüllte Zellen bemerkt; bei genauer Betrachtung erweisen sich diese immer als jene überzähligen. Das Ausbleiben der Silberabscheidung bei den im Conjugationsakt befindlichen Zellen ist um so auffallender als die in der Vorbereitung hiezu begriffenen, durch Aufschwellen bereits gekennzeichneten Zellen immer sehr stark reagiren. Ist aber das Stadium der Conjugation vorüber und haben sich die Zellinhalte vereinigt, so scheint auch die frühere Resistenz gegen äußere Einflüsse bald wiederzukehren, indem fast alle derartigen Sporen bedeutende Silberreduktion geben.

Wir erklären uns diese merkwürdige Erscheinung folgendermaßen: Durch gegenseitige Berührung der beiden sich anziehenden Plasmata zweier Fäden wird die innere molekulare Bewegung auf's heftigste gesteigert; die Folge davon ist ein vermehrter Verbrauch an Stoff, besonders an Fett. Dieser Fettverbrauch lässt sich in der Tat mit Ueberosmiumsäure[2]) nachweisen: die nicht in Conjugation tretenden Zellen zeigen mäßige aber deutliche, die zur Conjugation sich anschickenden sehr starke Fettreaktion; die zum Zweck der Conjugation bereits mit andern in Berührung getretenen Zellen geben keine Spur von Osmiumabscheidung, während die fertige aus der Conjugation hervorgegangene Spore sich wiederum stark mit Ueberosmium-

---

vorgehenden Sporen in sich aufnimmt, zeichnet sich durch stark angeschwollene Zellen aus, deren Kopulationsfortsätze sich nicht scharf abheben, während die Zellen des sogenannten männlichen Fadens wenig oder gar nicht angeschwollen und mit scharf abgesetzten Kopulationsschläuchen versehen sind. Auch bei der Reaktion zeigen beide Fäden einige Verschiedenheiten insofern, als die Zellen des männlichen Fadens manchmal schwache Silberabscheidung und gewöhnlich keine Zuckerreaktion wahrnehmen lassen, während die weiblichen Zellen in allen Fällen keine Spur von Silberreduktion, aber starke Zuckerreaktion aufweisen.

1) In Folge der Verschiedenheit von Größe und Zahl der Zellen in den sich konjugirenden Fäden.

2) Wir ließen bei diesen Versuchen die Fäden 8—10 Stunden in 0,5procentiger Ueberosmiumsäure liegen.

säure schwärzt. Auch keimende Sporen geben in einem gewissen Stadium keine Osmiumreaktion.

Kommt es bei zur Conjugation sich anschickenden Zellen nicht zu einem wirklichen Contact mit andern, wie das bei den oben erwähnten überzähligen der Fall ist, so verschwindet auch das Fett nicht aus denselben. Da also hier ein vollständiger Parallelismus zwischen Osmium- und Silberreaktion statt hat, so lässt sich wohl behaupten, dass äusserst fein eingelagertes Fett die Resistenzfähigkeit des Plasmas erhöht. Merkwürdig ist, dass mit dem Verschwinden von Fett ein Auftreten von Zucker in den Conjugationszellen verbunden ist. Ob letzterer nun aus dem Fett oder (wahrscheinlicher) dem Pflanzenschleim der Zellen entsteht, lässt sich nicht ohne Weiteres mit Sicherheit entscheiden.

Diatomeen scheinen wegen ihres Kieselsäurepanzers dem Eindringen des Reagens ein Hinderniss zu bieten; nur äusserst selten konnten wir Silberpartikelchen in ihrem Inhalt bemerken.

Versuche mit Schimmelsporen, Sprosshefe und Spaltpilzen fielen ungünstig aus[1]); dagegen lieferten Schimmelfäden in einigen Fällen deutliche Reaktion.

Pflanzenhaare mit lebendem Protoplasma gaben ganz ähnliche Resultate wie die Fadenalgen. Zum Versuch dienten Blattstielhaare von *Alsophila australis* R.Br., Brennhaare von *Urtica*, Stachelhaare und Drüsenhaare von *Symphytum*, Fruchtknotenhaare von *Paeonia*, Staubfadenhaare von *Tradescantia*, Kelchhaare von *Ajuga reptans* und *Geum rivale*, Blatthaare von *Ulmus scabra* Mill., Brakteenhaare von *Alopecurus fulvus* Smith, Haare von den Perigonblättern von *Iris Kochii* Kern, endlich Narbenpapillen von *Tulipa*. Haare, aus denen der Plasmaschlauch bereits verschwunden ist, geben natürlicherweise keine Reaktion. Auch scheint die Reaktionsfähigkeit mit gewissen Alterszuständen in Zusammenhang zu stehen; denn Haare von Iris gaben später gesammelt fast keine Reaktion mehr; auch zeigt sich bei Blättern, an denen junge und vollständig ausgewachsene Haare zusammen vorkommen, die Reaktion immer an den ersteren am intensivsten.

Um auch Beispiele für das Verhalten des Protoplasmas hochentwickelter Pflanzengewebe gegen unser Reagens zu haben, wurden Keimlinge von *Helianthus annuus* L. in einem Liter Reagens 12 Stunden liegen gelassen, wobei die Keimwurzel bis zum hypocotylen Stengelglied, namentlich aber an der Spitze eine starke Schwärzung erfuhr. Negativ war das Resultat bei Keimlingen von Mais und

1) Von den Spaltpilzen versuchten wir unter andern auch *Bacillus subtilis* C., welcher auf einer aus Fleischextrakt und Zucker bestehenden Nährlösung gezogen war. Auch die schleimigen Algen *Nostoc* und *Batrachospermum* verhielten sich negativ gegen das Reagens.

Erbsen. Es möchte sehr zeitraubend sein, in jedem Falle die Gründe des Misslingens, welche sehr mannigfaltiger Natur sein können, festzustellen[1]). Dass auch ruhendes Protoplasma reaktionsfähig sei, zeigte uns ein Versuch mit ungekeimten Samen von *Helianthus annuus*.

Als Beispiele von dikotylen Stengeln benützten wir junge eben Blüten zur Entwicklung bringende Zweige von *Salix Caprea* L. und *Cornus mascula* L., ferner Zweige von *Syringa vulg.* L. mit eben austreibenden Blattknospen und erhielten auch hier ein positives Resultat; ebenso verhielten sich Blätter von *Vallisneria spiralis*, Epidermiszellen von Brakteen von *Alopecurus fulvus* Smith und Chaerophyllumblättern.

Pollenkörner von *Ranunculus* und *Tulipa*, ferner Sporen von Gold- und Silberfarn (Gymnogramme) reagirten zum Teil recht gut, während eine andere Anzahl derselben sich negativ verhielt.

Was tierisches Protoplasma betrifft, so erschien die größere Sensibilität und in Folge deren das rasche Absterben desselben von vornherein als ein Hinderniss der Reaktion. Kühne hat gezeigt, wie außerordentlich sensitiv schon die niedersten tierischen Organismen sind: Während Amöben fast momentan durch eine wässerige (wegen der geringen Löslichkeit stets sehr verdünnte) Lösung von Veratrin getötet werden, können Tradescantia-Haare viele Stunden darin ohne Schaden existiren. Wir versuchten zwar verschiedene Gewebe von Maus und Frosch, doch mit negativem Resultat[2]). Mit Infusorien wurden allerdings, aber nur in wenigen Fällen günstigere Resultate erzielt.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich somit, dass das lebende Protoplasma die Fähigkeit besitzt, die edlen Metalle aus selbst sehr verdünnten Lösungen zu reduziren und dass diese Fähigkeit mit dem Eintritt des Todes verloren geht. Man darf wohl daraus den Schluss ziehen, dass die mysteriöse mit dem Namen Leben bezeichnete Erscheinung wesentlich durch jene reducirenden Atomgruppen bedingt wird. Wir erklären dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft entsprechend jene „Gruppen in Bewegung" im lebendigen Protoplasma als Aldehydgruppen, den Tod aber als Folge der Molekularverschiebung dieser in allen chemischen Beziehungen ganz ausgezeichneten

1) Bei einem Versuch mit Pistiapflänzchen bräunte sich die Wurzelhaube. Da, wie wir fanden, ammoniakalische Silberlösung auf verholzte Membranen bräunend wirkt, so bieten die Zellmembranen jener Wurzelhaube, in denen hier der Grund der Färbung liegt, vielleicht einen ähnlichen Zustand dar. Bei der zehnfachen Verdünnung des Reagens bräunt sich jene Wurzelhaube nicht mehr.

2) Es mag hier am Platze sein, auf eine Beobachtung von Recklinghausen hinzuweisen, welcher fand, dass, um gute Silberpräparate von tierischen Geweben zu erhalten, nur möglichst frische Leichen genommen werden dürfen Sollte hier eine Reaktion mit dem noch nicht völlig abgestorbenen Protoplasma im Spiele sein? (Lichtabschluss vorausgesetzt).

Gruppe[1]). Somit dürfte die von einem von uns aufgestellte Hypothese über die Bildung des Albumins eine weitere wesentliche Stütze gefunden haben, da sie die Anwesenheit von Aldehydgruppen im lebenden Protoplasma voraussehen ließ.

Pflanzenphysiologisches Institut zu München; Juni 1881.

Färbung lebender einzelliger Organismen.

Bei Anwendung von Farbstoffen auf lebende Protozoen kann man drei ganz verschiedene Zwecke verfolgen. Erstens kann es darauf ankommen, die Art und Weise zu ermitteln, wie geformte Nahrung in und durch den Körper eines einfachsten Organismus gelangt. Zweitens lassen sich durch Anwendung von Tinctionsmitteln die Bahnen verfolgen, welche Flüssigkeiten in einem Protozoenkörper nehmen, und die Veränderungen feststellen, welche sie auf diesem Wege erleiden. Und endlich drittens ist man im Stande, gewisse Bestandteile des Körpers lebender und am Leben bleibender Protozoen zu färben und dadurch die Verbreitung bestimmter chemischer Substanzen zu ermitteln. Den verschiedenen Zwecken entsprechend sind natürlich auch die Mittel verschieden. Im ersten Falle verwendet man feste, in Wasser nicht lösliche Farbstoffe, im zweiten und dritten dagegen wässrige Farbstofflösungen.

Das erste Verfahren ist von Ehrenberg eingeführt und besteht darin, dass man fein gepulvertes Karmin oder Indigo in die Flüssigkeit bringt, in welcher die zu untersuchenden Organismen sich befinden. Man kann dann feststellen, an welcher Stelle die Körnchen aufgenommen, in welcher Weise sie durch den Organismus geführt und wo sie schließlich ausgestoßen werden. Die Farbstoffkörner selbst bleiben dabei ganz unverändert und lassen den Körper, den sie passiren, vollkommen ungefärbt. Max Schultze hat mit Hilfe dieses Verfahrens bei Rhizopoden seine epochemachenden Untersuchungen über die Bewegungserscheinungen im Protoplasma und über Körnchenströmung erheblich vervollständigt.

In den beiden andern Fällen hat man solche Farbstoffe zu verwenden, die in Wasser löslich sind und Teile des Organismus zu färben vermögen, ohne diesen selbst zu töten. Solche Tinctionsmittel

1) Ein scheinbarer Widerspruch liegt darin, dass das lebende Protoplasma grüner Pflanzenteile Sauerstoff ausscheidet, während doch Aldehydgruppen die größte Verwandtschaft zu Sauerstoff besitzen. Diese Erscheinung zwingt uns, hier eine ähnliche Fernewirkung des schwingenden Protoplasma's anzunehmen, wie sie zuerst Naegeli für die Gärtätigkeit niederer Pilze zu postuliren sich veranlasst sah.

sind nach meinen Erfahrungen[1]) das Hämatoxylin und das Bismarckbraun.

Bei Amöben und Heliozoen werden schon nach kurzer Einwirkung verdünnter wässriger Hämatoxylinlösung[2]) die Kerne blassviolett gefärbt. Die Färbung tritt natürlich noch deutlicher hervor, wenn man die gefärbte Flüssigkeit bald durch ungefärbte ersetzt. Ueberhaupt ist es vorteilhaft, die Hämatoxylinlösung nicht zu lange einwirken zu lassen (Amöben, die sich noch am zähesten erwiesen, hielten höchstens eine Stunde darin aus), da sonst der Tod des Tiers erfolgt. Lässt man gleich nach erfolgter Färbung reines Wasser durchströmen, so gelingt es auch, die Organismen am Leben zu erhalten und an den noch stundenlang gefärbten Teilen die Verbreitung der eigentümlichen Kernsubstanz, des Nucleins, zu studiren. Mit Hilfe dieses Verfahrens konnte Verf. nachweisen, dass bei Amöben (z. B. *A. proteus, radiosa* etc.) das Nuclein nicht auf die Kerne beschränkt sei, sondern meist auch noch in Form von größeren und kleineren Körnern vorkomme. Im Endosarc alter Exemplare von *Amoeba proteus* Leidy (= *A. princeps* Ehrbg) kommen zahlreiche große runde Körner vor, deren Durchmesser zwischen 1,5—3 μ. schwankt. Sie haben im lebenden Tiere dasselbe Lichtbrechungsvermögen, wie die Kernkörper, und erweisen sich auch bei allen Behandlungsweisen als vollkommen übereinstimmend mit diesen. Sie sind nämlich löslich in Ammoniak und in Sodalösung (1 %), werden durch Alkohol coagulirt und sind dann unlöslich in den genannten Lösungsmitteln, und lassen sich endlich durch Hämatoxylin leicht und stark färben (im lebenden Tier genau in derselben Weise wie die Kernkörper). Da sie selbst in alten Exemplaren noch sehr viel zahlreicher als die Kerne sind, und diese außer dem Kernsaft nur kleine Kernkörper enthalten, so ist bei diesen Organismen die Menge des extranucleären Nucleins eine sehr viel größere als die des intranucleären. Junge Exemplare besitzen überhaupt gar keine „Kerne", sondern nur große compacte Nucleinkugeln.

Die gewöhnlich als Kerne bezeichneten Gebilde (10 μ. Dm.) dieser Amöbe sind in jeder Hinsicht so merkwürdig, dass Verf. eher die compacten Nucleinkugeln als Kerne ansehen möchte und die sogen. Kerne als Fortpflanzungskörper, — eine Annahme, die mit den bisherigen Untersuchungen über Fortpflanzung von Amöben und Monothalamien durch Greeff, Buck u. A. durchaus in Einklang steht. Das Eigentümlichste an diesen „Kernen" ist, dass ihre derbe Membran aus *Cellulose* zu bestehen scheint. Wenn man eine *Amoeba proteus* längere Zeit mit Kochsalzlösung (10 %) und Sodalösung (1 %) behan-

1) Verhandl. d physiol. Ges. Berlin 1878 p. 35.

2) Wie bei allen derartigen Versuchen an lebenden Organismen, muss bei Herstellung der Farbstofflösungen wenn irgend möglich zur Auflösung stets diejenige Flüssigkeit benützt werden, in welcher der betreffende Organismus lebt.

delt, damit alles Eiweiß und Nuclein entfernt wird, so bemerkt man an Stelle der Kerne leere Bläschen, deren Hülle sich in Kupferoxydammoniak auflöst. Bringt man umgekehrt ein lebendes Tier einen Tag in absoluten Alkohol, um Eiweiß und Nuclein zu coaguliren, und behandelt es dann mit Kupferoxydammoniak, so bemerkt man bei Tinction mit Hämatoxylin einen membranlosen violetten Klumpen von nahezu 10 μ. Dm. an Stelle des Kerns.

Bei der Einwirkung von Hämatoxylin auf lebende Amöben kann man noch wahrnehmen, dass der wässrige Inhalt der pulsirenden Vacuole zuerst farblos bleibt, bei stärkerer Hämatoxylinwirkung gelblich wird und schließlich kurz vor dem Absterben des Tiers sich bräunt. Die Erklärung dieser Erscheinung ist sehr einfach. Die gefärbte Flüssigkeit wird wie sonst das reine Wasser an der ganzen Körperoberfläche aufgenommen, nimmt ihren Weg durch das Protoplasma des Körpers, ohne dasselbe im geringsten zu färben, und langt endlich in der pulsirenden Blase an. Da hier — wie namentlich Rossbach[1]) durch sehr eingehende Untersuchungen gezeigt hat — auch die Produkte des Oxydationsvorgangs sich ansammeln, um nach außen entleert zu werden, so wird der Inhalt gelb bis braun. Die Bräunung zeigt deutlich, dass Säure in der Vacuole vorhanden sei, denn nur durch Säuren wird, wie man sich leicht überzeugen kann, die violette Hämatoxylinlösung in eine braune verwandelt. (Alkalien rufen violette flockige Niederschläge hervor, neutrale Flüssigkeiten lassen die Hämatoxylinlösung ganz unverändert). Solange nur wenig durch Hämatoxylin gefärbtes Wasser der Vacuole zuströmt, ist die Gelbfärbung kaum merklich, sowie aber mehr Hämatoxylin in den Körper eingedrungen ist, tritt sie ganz deutlich hervor. Wenn soviel Hämatoxylin im Körper ist, dass die Vacuole braun wird, widersteht das Protoplasma nicht länger der Einwirkung und stirbt ab. Dieses einfache und leicht anzustellende Experiment beweist also mit voller Bestimmtheit, dass die pulsirende Vacuole ein Excretionsorgan sei und Säure enthalte.

Als einen anderen zur Färbung gewisser Teile lebender Organismen geeigneten Farbstoff empfahl Verf. (l. c.) das Bismarckbraun. Auf tote Zellen wirkt diese Anilinfarbe ähnlich dem Hämatoxylin, d. h. kernfärbend, während sie in lebenden ganz andere Substanzen färbt als dieses. Protoplasma und Kerne bleiben ganz unverändert und nur die Fettkörner und eine den Protozoen eigentümliche Cellulose-artige Schleimsubstanz werden lebhaft braun gefärbt. Die Versuche wurden mit Lösungen von 1:3000 oder 1:5000 angestellt, und zwar vorzugsweise an Heliozoen, Amöben und Flagellaten. Auch

1) Rossbach, Die rhythm. Bewegungserscheinungen der einfachsten Organismen und ihr Verhalten gegen physikal. Agentien und Arzneimittel. Verhandl. d. phys.-med. Ges. Würzburg N. F., II. Bd., S. 179—242. 1872.

nach mehrstündiger Behandlung und intensiver Bräunung namentlich der stark fetthaltigen inneren Teile sind die Tiere noch ganz lebensfähig und können durch Uebersetzen in reines Wasser dauernd am Leben erhalten werden. Die gebräunten Fettkörner behalten noch sehr lange die aufgenommene Farbe.

Dadurch dass man erst eine Stunde lang Bismarckbraun und dann sehr viel kürzere Zeit auch noch Hämatoxylinlösung auf ein Tier einwirken lässt, kann man eine Doppelfärbung erzielen. Die Kerne und die Nucleinkörner sind alsdann blassviolett, die Fettkörner braun, das Protoplasma aber ist ganz ungefärbt. Eine solche Doppelfärbung ist zu empfehlen, wenn man feststellen will, welche von den Körnern aus Nuclein und welche aus Fett bestehen.

Solange die Tiere am Leben sind, ist bei beiden Tinctionsmitteln die Färbung ganz distinct, sobald aber in Folge zu starker Einwirkung eines dieser Farbstoffe der Tod eintritt, werden die Kerne sehr intensiv gefärbt und selbst das Protoplasma wird, wenngleich viel schwächer, imbibirt.

In der neuesten Zeit hat Certes[1]) angegeben, dass zur Färbung der Fettkörner in Infusorien und in histologischen Elementen *Cyanine* oder *Bleu de Quinoléine* geeignet sei. Im wesentlichen ist die Wirkung dieselbe wie beim Bismarckbraun, d. h. Protoplasma, Wimpern, Cuticula und Kerne bleiben ungefärbt, während die Fettkörner gefärbt werden. Er verwendete Lösungen von 1 : 100,000 oder 1 : 500,000. In einer Anmerkung gibt der Verfasser noch an (Zool. Anz. 1881 p. 211), dass er auch mit Bismarckbraun lebende Infusorien färbe. Hierdurch werden also meine früher mitgeteilten Untersuchungen bezüglich der Färbung des Fetts in lebenden Zellen durch Anilinfarben bestätigt.

K. Brandt (Berlin).

R. Horst, Over bevruchting en ontwikkeling van Hermella alveolata M. Edw.

Versl. en Mededeel. Kon Akad. van Wetensch. Afd. Natuurkunde, 2e reeks, deel XVI, 1881; pag. 1—8. M. 1 Tafel.

Die lückenhafte Kenntniss der ersten Entwicklungsstadien der *polychaeten Anneliden* gab Verf. Veranlassung, die Embryologie dieser Würmer näher zu studiren. Während eines Aufenthalts an der französischen Küste hatte er Gelegenheit, eine genügende Menge von *Hermella alveolata* M. Edw. zu erhalten und so die alten Untersuchungen von Quatrefages zu controliren. Das genannte Object bietet für

1) Comptes rend. Ac. sc. Paris, T. 92. Nr. 8. und Zool. Anz. 1881 Nr. 81 und N. 84.

die Untersuchung manche Vorteile; erstens sind die Tiere während des ganzen Sommers geschlechtsreif, und zweitens braucht man sie nur leise zu erschüttern, damit sie eine reichliche Menge von Sperma, resp. Eiern ausspritzen. Auf diese Weise ist also eine künstliche Befruchtung stets möglich. Die Ergebnisse der Untersuchung sind folgende:

Die Eier, 0,08 mm. im Durchmesser, haben ein großes Keimbläschen und einen deutlichen Keimfleck. Sobald sie mit Spermatozoiden in Berührung gekommen sind, zieht sich der Dotter von der Eiwand zurück; gleichzeitig concentriren sich die „Deutoplasmakörnchen" und es entsteht so ein heller Saum (*„couche enveloppante"* von Fol.) Verf. meint, dass auch hier, wie Calberla für *Petromyzon* gezeigt hat, Wasser durch die Dotterhaut dringt. Ebenso sieht man an den *Hermella*-Eiern, dass vom Dotter (der „Haut") nach der Eiwand Strahlen ausgehen, welche nach Verf. ohne Zweifel mit der Befruchtung in Zusammenhang stehen. Bekanntlich fand Selenka diese Strahlen bei *Toxopneustes*-Eiern, sie traten da aber lange vor der Befruchtung auf. Kleine Ausläufer vom Dotter treten den Spermatozoiden entgegen, und nachdem eines derselben eingedrungen ist, verschmilzt es nach 20 Minuten mit dem Eie, und der Dotterausläufer zieht sich zurück. Verfasser glaubt, dass mehrere Spermatozoiden in das Ei eindringen.

Nach einer Stunde plattet sich das Ei ab; es sammelt sich eine kleine Menge heller Flüssigkeit, und bald tritt das erste Richtungsbläschen aus, eine Viertelstunde später das zweite. Jetzt beginnt die Furchung. Die Meinung von Stossich: „le vesichette direttrici non servono ad altro che a determinare il punto di partenza e la direzione della prima insolcatura" scheint nach Verf. ganz richtig zu sein: die erste Furchungsebene geht durch die Stelle, wo der Richtungskörper ausgetreten ist.

Die Furchung geht nicht so unregelmäßig vor wie Quatrefages meint, zeigt aber große Uebereinstimmung mit Verhältnissen, welche Flemming bei *Najaden*, und Th. Barrois bei *Mytilus* fanden. Das Ei teilt sich zunächst in zwei, (bisweilen auch in drei) ungleich große Teile.

Sind nur zwei Furchungskugeln entstanden, so spaltet sich der größte wieder in zwei ungleich große Teile. Hiernach teilt sich die ursprünglich kleinste Kugel, und es entsteht auf diese Weise eine vierteilige Figur, und zwar eine Kugel, die zum Teil von den drei kleineren bedeckt wird. Nach wiederholter Teilung der vier Kugeln tritt mehr und mehr eine Differenzirung ein: der vegetative Teil wird allmählich vom animalen überwachsen, um schliesslich eine *Amphiblastula* zu bilden.

Zwölf Stunden nach der Befruchtung ist nun eine mesotroche Larve entstanden, welche außer dem Gürtel von Cilien in der Mitte noch ein Bündel von langen Geißeln am Kopfpole trägt. Die bis jetzt cylindrische Larve ändert allmählich ihre Form. Die obere Partie rundet

sich mehr und mehr ab; eine Körperhöhle entsteht und man bemerkt schon die ersten Spuren vom Darm.

Auf eine Beschreibung der 12 Tage alten Larve muss ich beim Mangel an Abbildungen verzichten. Ich verweise dafür auf die Original-Arbeit.

Leider standen Verf. keine ältere Stadien zur Verfügung. Jedoch meint er, dass die soweit bekannte Entwicklung von *Hermella* schon verhältnissmäßig bedeutende Abweichungen von andern Röhrenwürmern darbietet; nur die von Willemoes-Suhm beschriebene Larve von *Terebellides Stroemii* scheint einige Uebereinstimmung zu zeigen.

G. C. J. Vosmaer (Haag, Holland).

Sir John Lubbock, Observations on the Habits of Ants.

Nature, Vol. 24 Nr. 607, p. 142. 143.

Bereits vor einigen Jahren hatte der Verf. eine Reihe von Versuchen angestellt[1]), um zu ermitteln, ob die Ameisen die Fähigkeit besitzen, Farben zu unterscheiden. Er hatte dazu die Gewohnheit dieser Insekten benutzt, ihre Jungen sofort ins Dunkle zu schleppen, sobald ein Teil ihres Nestes bloßgelegt wird. Durch Hunderte von Versuchen hatte er sich überzeugt, dass, wenn der größere Teil ihres Nestes dem Lichte ausgesetzt wird, während irgend welcher Teil desselben dunkler überdeckt bleibt, die Larven sicher unter die dunklere Decke gebracht werden. Durch Bedecken des bloßgelegten Nestes mit verschieden gefärbten Glasplatten hatte er sodann festgestellt, dass die verschiedenen Strahlen des Spektrums auf die Ameisen ganz anders wirken als auf uns, dass die Ameisen z. B. ganz besonders empfindlich gegen violette Strahlen sind.

Auf ähnliche Weise hat nun der Verf., mittelst schwefelsauren Chinins und Schwefelkohlenstoffs, welche Flüssigkeiten alle uns sichtbaren Strahlen durchlassen, die ultravioletten dagegen vollständig absorbiren, den Nachweis geliefert, dass die Ameisen die uns unsichtbaren ultravioletten Strahlen empfinden. So oft er z. B. flache, mit einer der beiden genannten Flüssigkeiten gefüllte Glasgefäße über einen Teil, dagegen dunkelviolett gefärbte Glasstücke über den andern Teil des bloßgelegten Nestes deckte, wurden die Larven stets unter die für uns durchsichtigen Flüssigkeiten gebracht, nie unter das violette Glas. Wurde ein Spektrum auf das bloßgelegte Nest geworfen und den Ameisen nur zwischen den ultravioletten Strahlen und dem Rot die Wahl gelassen, so brachten sie ihre Jungen unter das letztere.

H. Müller (Lippstadt).

1) Journ. Linnean Soc. Vol. XIV p. 278.

Ueber die Verbreitung der Nerven im Dünndarm.

Von

Dr. Otto Drasch

Docenten und Assistenten am physiologischen Institute zu Graz.

Nachdem im Verdauungstracte die reichlichen Nervengeflechte im submucösen Bindegewebe und zwischen der Ring- und Längsmuskulatur gefunden waren, bildete namentlich die Schleimhaut des Dünndarms ein häufiges Untersuchungsobjekt, an welchem man bemüht war die Kenntniss über das Verhalten des Meissner'schen Plexus zu erweitern.

Es war nämlich von vorneherein klar, dass dieser in seiner Ausbreitung sich nicht auf das submucöse Bindegewebe allein beschränken könne, sondern zu den Zotten und den Drüsen der Schleimhaut in irgend welcher Beziehung stehen müsse. Den Untersuchungsweg, welcher zur Aufdeckung dieser mutmaßlichen Verhältnisse eingeschlagen wurde, bildete in der Mehrzahl der Arbeiten über diesen Gegenstand entweder die ursprüngliche Cohnheim'sche Vergoldungsmethode oder eine der zahlreichen Modifikationen derselben, welche im Laufe der Zeit ersonnen und anempfohlen wurden.

Bekanntlich hat aber keine von ihnen ein nennenswertes Resultat zu Tage gefördert und der Grund hievon lag, wie ich jetzt mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen kann, einzig und allein darin, dass man möglichst frische Darmstücke der Prozedur der Vergoldung unterzog. So wie meine Vorgänger nämlich, fand auch ich meine Bemühungen, Nerven in der Darmschleimhaut zur Ansicht zu bringen, nicht belohnt, solange ich mich an die überlieferten Vergoldungsvorschriften hielt, und erst als ein Zufall mir gelungene Präparate in die Hände spielte, konnte ich in meinem Beginnen systematisch weiterschreiten und dasselbe befriedigend zu Ende führen.

Jener bestand darin, dass ich ein Stück Dünndarm eines Meerschweinchens, welches bereits 18 Stunden tot gelegen hatte, vergoldete. Die mikroskopischen Präparate aus diesem Stücke erwiesen sich als vollkommen gelungen, indem nicht nur die Nerven des Auerbach'schen und Meissner'schen Plexus sondern auch jene der Schleimhaut mit einer Schärfe und Klarheit hervortraten, welche kaum mehr etwas zu wünschen übrig ließen.

Aus dieser Erfahrung zog ich nun den Schluss, dass sich die möglichst frische Nervensubstanz überhaupt nicht oder doch nur sehr unvollkommen mit dem Golde imbibire, dass dieselbe vielmehr einem gewissen Grade von Zersetzung unterliegen müsse, um das Gold aufnehmen zu können. Deswegen habe ich in der Zukunft die Darmstücke nicht mehr frisch vergoldet, sondern sie Tieren entnommen, welche

ich durch Verbluten getötet und 18 bis 24 Stunden liegen gelassen habe. Diese einfache Methode hat sich denn auch an allen von mir untersuchten Tierdärmen bewährt, und es gelang mir, wenige Fälle abgerechnet, immer die Nerven der Schleimhaut zu demonstriren. Zudem wurde es mir im Verlaufe meiner Untersuchungen immer wahrscheinlicher, dass das Nerveneiweiß während des Zersetzungsprocesses eine saure oder alkalische Modification erfährt, und dass gerade diese Eiweißmodificationen es sind, welche der Goldimbibition sich günstig erweisen. Mit dieser Annahme würde aber auch, wie ich glaube, einiges Licht in die bekannte Tatsache gebracht, dass eine vorherige Behandlung der zu vergoldenden Gewebsteile mit Säuren oder Alkalien (Kalkwasser, Arnstein) in sehr vielen Fällen gelungene Präparate lieferte, und die Nerven in verschiedenen Farben wie dunkelrot, rosa, blau, violett etc., ja selbst tintenschwarz erscheinen.

Ich will nun in Kürze die Ergebnisse meiner Untersuchungen über das Vorkommen und die Verteilung der Nerven in dem Dünndarme, welche ich ausführlich in „Beiträge zur Kenntniss des feineren Baues des Dünndarms, insbesondere über die Nerven desselben", Sitzungsb. der Wiener Ak. Bd. 82, 3. Abt. niedergelegt habe, hier mitteilen.

Indem ich die topographischen Verhältnisse des Auerbach'schen und Meissner'schen Plexus, sowie den allgemeinen Faserverlauf beider Geflechte und ihre Einteilung in primäre, sekundäre und tertiäre Netzwerke als bekannt voraussetze, muss ich, an den zweiten anschließend, zunächst hervorheben, dass von ihm die Brunner'schen Drüsen, und zwar durch Fasern versorgt werden, welche aus dem sekundären Plexus stammen. Es ist dies jedoch nicht so zu verstehen, als ob Zweige einfach aus dem sekundären Geflechte abtreten und zu den Drüsen hinliefen. Vielmehr sind dies Stämmchen, welche aus Ganglienknoten des sekundären Plexus, die aber zwischen den Schlauchwindungen und Divertikeln der tubulös gebauten Drüsen selbst liegen, entspringen, und entweder eine Zeit lang mit den die Drüsen versorgenden Gefäßen hinziehen, endlich mit dichotomischer Verzweigung an die Schläuche und deren Ausbuchtungen abtreten, oder aber nach kürzerem oder längerem ungeteilten Verlaufe um und an den Schlauchwindungen und ihren Divertikeln sich schließlich ebenfalls unter fortwährender Gabelung auf denselben der weiteren Beobachtung entziehen.

Ferner versorgt der Meissner'sche Plexus die Gefäße der Submucosa. Es treten sowohl vom primären als sekundären Netze Zweige ab, die zu einem Gefäße hinziehen, auf demselben sich dichotomisch zu teilen beginnen und oft in Form eines äusserst zierlichen Netzwerkes das Gefäßrohr umhüllen. Oft zweigen auch von Ganglienknoten oder größeren Nervensträngen Fasern ab, welche die Gefäße auf lange Strecken begleiten, sich ihnen bald innig anschließen, dann sich wieder entfernen, abermals anliegen um schließlich neuerdings

zu einem Ganglienknoten zu treten oder aber in die Bildung des Netzwerkes einzugehen.

Durch zahlreiche Fasern verschiedenen Durchmessers steht der Meissner'sche Plexus mit einem Nervengeflechte in Verbindung, welches einerseits in der ganzen Dicke der Schleimhaut sich ausbreitet, andererseits aber wieder in die Zotten mehr oder minder mächtige Zweige entsendet, welche durch kontinuirliche Verästelung daselbst abermals in die Bildung zweier Nervennetze eingehen, die in topographischer Hinsicht zwar streng von einander gesondert werden können, aber durch anastomotischen Faseraustausch zusammenhängen.

Der Nervenplexus in der Schleimhaut verhält sich genau so wie das Meissner'sche Geflecht. Es sind primäre und sekundäre Netze zu unterscheiden, zwischen welchen ein Faseraustausch stattfindet, ferner größere und kleinere Ganglienknoten, die in diesen wie in jenen eingestreut sind. Wie gesagt entspricht der Plexus der ganzen Dicke der Schleimhaut, versorgt die Muscularis mucosae, die Gefäße der Schleimhaut und die Lieberkühn'schen Drüsen. Diese liegen gleichsam in einem korbartig verflochtenen Nervennetze, indem jene Zweige, welche aus den Ganglien oder Fasern des Meissner'schen Plexus gegen die Schleimhaut abtreten, entweder schon am Grunde der Drüsen sich verzweigen oder zwischen ihnen weiter emporziehen, auf diesem Wege sich erst vielfach verästeln und durch gegenseitigen Faseraustausch zu den primären und sekundären Maschen sich vereinigen. Als Nervenfasern nun, welche zu den Drüsen selbst in näherer Beziehung stehen, fasse ich jene auf, die sowohl aus den kleineren als größeren Stämmen des Schleimhautplexus entspringen und sich auf der Membrana propria des Drüsenkörpers unter fortwährender Gabelung verlieren. Die erwähnte Zusammenfassung der Nerven der Zotten in zwei Hauptgeflechte ist keineswegs eine willkürliche: sie gründet sich auf den Bau der Zotten selbst. Das adenoide Gewebe dieser setzt sich nämlich, wie ich übereinstimmend mit andern Forschern constatirt habe, an eine Grenzmembran an, welche bei verschiedenen Tieren von runden oder ovoiden Löchern durchbrochen und meinen Untersuchungen zufolge von einem Lückenwerke durchzogen ist, welches sehr an jenes der Cornea erinnert. Diese Membran lässt sich unter Anwendung gewisser Reagentien von dem Zottenparenchym vollständig abziehen. Von den Nervenstämmen, welche aus dem Schleimhautplexus in die Zotten dringen, treten die einen in die Grenzmembran ein, fangen in dieser knapp über der Zottenbasis an sich zu verzweigen und bilden durch gegenseitigen Austausch ihrer Fasern, in deren Kreuzungspunkten ab und zu Ganglien eingestreut sind, einen äusserst zierlichen Plexus; die anderen durchziehen unter denselben Verhältnissen in Netzwerke sich auflösend, das Zottenparenchym. Jener präsentirt sich mit großer Deutlichkeit an den von vergoldeten Zotten lospräparirten Membranen, diesen überblickt man am

besten, wenn nach der Entfernung der Grenzmembran die ausgebreitete Zotte in den verschiedenen optischen Querschnitten mikroskopisch durchmustert wird. Den Zusammenhang beider Geflechte durch Anastomosen kann man sowohl an Zupfpräparaten als auch an Präparaten von ganzen Zotten erkennen, in welchen durch die der Vergoldung folgende Nachbehandlung mit Ameisensäure das Zottenparenchym gallertig durchsichtig wurde, die Nervenzeichnungen aber erhalten blieben.

Was die Endigungsweise der Fasern des Zottenparenchymplexus betrifft, so kann ich Bestimmtes nur über jene feinen Zweige aussagen, welche zu den Muskeln des Binnenraumes ziehen: sie inseriren sich in der Nähe des Kerns und zwar an der flachen Seite der Muskelzellen. Dieses Verhältniss lässt sich an Zupfpräparaten constatiren.

Von den feinen Zweigen des Membranplexus treten die einen zu den Kapillaren, die anderen verlieren sich unter dichotomischer Auffaserung in den Feldern der Membran, welche die Kapillarschlingen umgränzen. Ich muss nämlich hier noch hervorheben, dass die Grenzmembran die ausschließliche Trägerin sämmtlicher Haargefäße der Zotten ist. Die Fasern aber, welche zu den Kapillaren und mit ihnen ziehen, legen sich dieser entweder verbreitert an, entfernen sich wieder von ihnen und vereinigen sich dann mit einem anderen Stämmchen oder Ganglienknötchen, oder es tritt eine feine Faser zur Kapillare, schwillt, an deren Wand angelangt, plötzlich zu einem Knötchen an und verlässt wieder als feiner Faden das Gefäß. Von den Fasern, welche sich im Gewebe der Membran dichotomisch teilen, kann ich nur sagen, dass man bei sorgfältiger Prüfung den Eindruck erhält, als verlören sie sich in die Tiefe, also gegen die Epithelseite hin, welcher Umstand es mir wahrscheinlich macht, dass auch bei den Zotten feinste Fasern zwischen die Epithelzellen dringen oder in irgend einer Weise zu denselben in Beziehung stehen.

Altes und Neues über Atembewegungen.

Von

J. Rosenthal.

(Schluss.)

Die vorgetragene Anschauung lässt sich auch auf die Wirkung des *N. laryngeus superior* übertragen, dessen Reizung als eine den angenommenen Widerstand vermehrende anzusehen ist, eine Anschauung, welche auch für alle andern uns bekannten Hemmungsnerven passt. Denn die Reizung des genannten Nerven ändert auch nicht die Gesammtsumme der vom Atmungsorgan geleisteten Arbeit, sondern vermindert nur ihre Zahl unter Verstärkung jeder einzelnen

Atembewegung, was sich am leichtesten durch eine Zunahme des von uns angenommenen Widerstands erklären lässt.

Nicht ganz so klar ist die Wirkung anderer Gefühlsnerven auf die Atembewegung. Zwar ist es unzweifelhaft, dass Reizungen beliebiger sensibler Nerven erhebliche Veränderung der Atmung zur Folge haben, aber diese Wirkungen sind weder so regelmäßig wie die der geschilderten Wirkungen des Vagus und seiner Aeste, noch lässt sich der von Schiff, Bert und neuerdings von Langendorff aufgestellte Satz vertheidigen, dass schwache Reizung aller dieser Nerven die Atmung beschleunige, stärkere sie verlangsame oder zu exspiratorischem Stillstand bringe. Vielmehr ist die Wirkung schmerzhafter Reizungen sensibler Nerven immer die, dass die Atembewegungen unregelmäßig werden, die exspiratorischen Muskeln das Uebergewicht erlangen und bei verschlossener Stimmritze Schreien erfolgt. Dass dies nicht blos willkürliche Bewegung infolge des zugefügten Schmerzes sein kann, geht daraus hervor, dass dieses Schreien, und zwar noch mit größerer Regelmäßigkeit, bei Reizung sensibler Nerven auch dann eintritt, wenn man vorher das Großhirn exstirpirt hat, dass es jedoch ausbleibt, wenn die Tiere mit Morphium oder Chloralhydrat narkotisirt sind. Es handelt sich bei dieser Reizung offenbar um rein motorische Reflexe von den sensiblen Nerven auf die motorischen Nerven der Exspirationsmuskeln, welche den Symptomkomplex des Schreiens bewirken, nicht aber um Eingriffe in den regelmäßigen Ablauf der normalen Atembewegung von der Art, wie sie die Vagusreizung bewirkt.

Nur die sensiblen Nerven der Nasenschleimhaut scheinen zu dem Atemmechanismus in ähnlicher engerer Beziehung zu stehen wie die Verzweigungen des Vagus. Schon Schiff hat gefunden, dass Reizung der Nasennerven die Atmung verlangsamt und zum vollkommnen Stillstand bringen kann (Comptes rendus 1861 LIII p. 85 und 330) und später haben Hering und Kratschmer die Tatsache kennen gelehrt, dass Tabakrauch, Chloroform oder Ammoniakdämpfe auf die Nasenschleimhaut einwirkend, langdauernden exspiratorischen Stillstand bewirken (Wiener akad. Sitzungsber. mathemat. naturwiss. Cl. 2. Abteilung 1870 LXII 147). Diese Nasenäste des Trigeminus sind es offenbar, welche das Niesen bewirken, sie stehen demnach in ähnlicher Beziehung zur Atmung wie die Kehlkopfäste des *Laryngeus superior*, deren Reizung Husten bewirkt. Beim Niesen wie beim Husten wird der regelmäßige Ablauf der respiratorischen Bewegungen unterbrochen. Die künstliche Reizung dieser Nerven zeigt nicht immer den typischen Verlauf des Niesens oder Hustens, aber stets erfolgt durch sie die Unterdrückung der inspiratorischen Bewegungen, welche doch ein wesentliches Moment jener Akte darstellt. Legt man durch eine Oeffnung in der Trachea die untere Fläche der Stimmbänder blos und berührt dieselbe leise mit einer stumpfen Spitze, so erfolgt

sofort krampfhafte Verschließung der Stimmritze, zuweilen auch ein Hustenstoß. In diesem Falle hat also die Reizung der Schleimhaut, auf welcher sich der Nerv ausbreitet, eine exspiratorische Bewegung bewirkt. Warum die elektrische Reizung des Nerven selbst in der Regel nur Stillstand der Atmung aber keinen Husten veranlasst, ist schwer zu sagen[1]). Offenbar ist es nicht ganz gleichgültig, ob sensible Nerven in ihrem Verlauf oder in ihrer peripherischen Ausbreitung in der Schleimhaut gereizt worden. Dasselbe finden wir ja auch bei den sensiblen Nerven der Haut, deren Reizung innerhalb ihres Verlaufs nicht die specifischen Empfindungen der Wärme, des Drucks, des Kitzels, sondern immer nur Schmerzempfindung veranlasst. Dennoch sind die durch elektrische Reizung zu bewirkenden Veränderungen der Atmung, wie wir sie am *Laryngeus superior* und an den Lungenästen des Vagus kennen gelernt haben, für das Verständniss des Atmungsmechanismus sehr wichtig. Wir erkennen aus den Wirkungen dieser Reizung, dass ein Zusammenhang zwischen jenen Nerven und dem Atmungscentrum besteht. Zum vollkommenen Verständniss des Mechanismus ist es dann noch notwendig, auch die Wirkungen, welche bei Reizung der Nervenendigung in der Schleimhaut und der Durchschneidung der betreffenden Nerven auftreten, zu vergleichen[2]).

So beträchtlich nun die schon geschilderten Wirkungen der Vagusdurchschneidung sind, vom *Laryngeus superior* und den übrigen sensiblen Nerven lässt sich nichts derart behaupten. Man kann beide *Nervi laryngei superiores* durchschneiden, ohne merkliche Aenderung in der Atmung zu sehen, besonders wenn man den sogenannten äußern Ast dieses Nerven, welcher nur motorische Fasern enthält, unversehrt lässt[3]). Ebenso bleibt die Atmung ungeändert, wenn man die Medulla oblongata so viel als irgend möglich von allen Verbindungen mit sensiblen Nerven abtrennt. Sowie man aber beide Vagi am Halse durchschneidet, treten jene mächtigen Aenderungen der Atmung ein. Hieraus folgt, dass ausschließlich die Lungenfasern dieses Nerven während des ganzen Lebens auf das Atmungscentrum eine

1) Es gilt dies übrigens streng nur für das Kaninchen; denn bei Katzen und Hunden bewirkt elektrische Reizung des N. laryngeus superior allerdings hustenartige Bewegungen.

2) Soeben geht mir noch eine vorläufige Mitteilung des Herrn J. C. Graham (aus Pflüger's Archiv XXV. 379) zu, welcher im physiologischen Laboratorium zu Bonn gefunden hat, dass auch der N. splanchnicus gerade so wirkt wie der N. laryngeus superior. Die Versuche sind an Kaninchen gemacht. Bei Hunden hat nach meinen Erfahrungen Reizung des centralen Splanchnicusendes heftige Atembewegungen mit Ueberwiegen der Exspiration, aber ohne Schreien zur Folge.

3) Die Durchschneidung dieses Astes hat eine geringe Verengerung der Stimmritze und dadurch indirekt eine geringfügige Verlangsamung der Atmung zur Folge.

stetige Wirkung ausüben, durch welche sie die Frequenz und Tiefe der Atmung reguliren ohne die Summe der vom Atmungscentrum geleisteten Arbeit zu beeinflussen. Der Grund dieser stetigen Reizung wird wol füglich in der mechanischen Zerrung gesucht werden dürfen, welcher die Ausbreitung der Nerven in der Lunge ausgesetzt ist. Ob jedoch hier zwei Fasergattungen angenommen werden müssen, wie Hering und Breuer wollen, oder ob die Annahme nur einer Fasergattung (der Traube'schen Faser, wie ich sie genannt habe) ausreicht, kann zweifelhaft bleiben. Die Erklärung der beim Aufblasen der Lunge eintretenden Abkürzung der Inspiration als eine Inspirationshemmung, wie sie Hering und mit ihm andere nennen, ist eine hypothetische so gut wie die von mir entwickelte Hypothese über die Wirkungsweise der Vagusreizung. Beide erklären, so weit ich dies übersehen kann, die Erscheinungen gleich gut. Es wird neuer Untersuchungen bedürfen, um zwischen diesen beiden Hypothesen die Entscheidung herbeizuführen oder zwischen beiden zu vermitteln.

Diese Annahme, dass die Lungenfasern des Vagus stetig während des ganzen Lebens durch die Atembewegungen selbst eine mechanische Zerrung erleiden, und dass diese Erregung die Frequenz und Tiefe der Atemzüge regulirt, erklärt nun auch, warum Hindernisse, welche den Zutritt der Luft zu den Luftwegen erschweren, stets eine Abnahme der Atmungsfrequenz mit Zunahme der Tiefe jedes einzelnen Atemzuges bewirken. Denn die langsamere Entfaltung der Lunge, welche durch den erschwerten Luftzutritt veranlasst wird, muss die Zerrung der Vagusfasern in der Lunge verringern, also in derselben Weise, wenn auch in geringerem Grade, wirken wie Vagusdurchschneidung. Dabei ist vorausgesetzt, dass der Luftzutritt zwar erschwert ist, aber doch noch in hinreichendem Grade möglich bleibt, um den Gasgehalt des Bluts auf ungefähr normaler Höhe zu erhalten. Ist das Hinderniss größer, dann treten die Wirkungen der Sauerstoffarmut hinzu und compliciren die Erscheinungen. Von besonderem Interesse sind ferner die Aenderungen der Atmung, welche auftreten, wenn das Hinderniss einseitig wirkt, d. h. nur für den Eintritt der Luft in die Lungen oder nur für den Austritt der Luft aus den Lungen. Doch fehlt es noch an einer systematischen Untersuchung dieser Erscheinungen, weshalb ich die Besprechung derselben auf eine spätere Zeit verschieben will.

Zum Schluss haben wir noch die Beziehungen der eigentlichen Sinnesnerven zu den Atembewegungen zu besprechen, welche neuerdings von Herrn Christiani aufgefunden wurden (Monatsber. d. Berl. Akad. 1881. Sitzung v. 17. Febr.). Elektrische, mechanische oder Lichtreizung des N. opticus bewirkt Beschleunigung der Atmung nach Art der Vagusreizung, während mechanische oder elektrische Reizung des Trigeminus im exspiratorischen Sinne die Atmung beeinflusst. Wie der Opticus wirkt auch der Acusticus auf elektrische oder akustische

Reizung ähnlich wie der Vagus beschleunigend und inspiratorisch. Nach Entfernung des Großhirns und der Streifenhügel waren die Reizwirkungen noch ausgesprochner als vorher. Direkte Reizung der Hirnteile zeigte, dass im Innern der Sehhügel in geringer Höhe über dem Boden, in der Seitenwand des dritten Ventrikels nahe den Vierhügeln eine circumscripte Stelle vorhanden ist, deren mechanische, thermische oder elektrische Reizung Stillstand des Zwerchfells in Inspiration oder bei schwächerer Reizung inspiratorisch vertiefte und beschleunigte Atmung verursacht. Trennt man die Sehhügel durch einen Schnitt in der Medianebene, so kann man das betreffende Organ auf jeder Seite einzeln reizen. Im Gegensatz zur Vagusreizung ist die Atmung durch Reizung dieses Organs nicht unter Verflachung beschleunigt, sondern beschleunigt und zugleich vertieft u. z. nach beiden Richtungen (d. h. also mit aktiven Exspirationen) und unter Hinzutreten concomitirender Bewegungen, zuweilen auch nur vertieft ohne Zunahme der Frequenz. Man kann dieses „Inspirationscentrum" mechanisch entfernen oder durch große Chloraldosen lähmen. Es ergibt sich dann, dass in der Substanz der vorderen Vierhügel, dicht unter und neben dem Aquaeductus Sylvii, ein „exspiratorisches Centrum" gelegen ist, welches zum Trigeminus in Beziehung steht und direkt oder durch letztern Nerven erregt werden kann; nach Exstirpation des andern Centrums ist seine Wirksamkeit so erhöht, dass durch starke Reizung Tod in Exspirationsstillstand erfolgen kann. Außerdem gibt es noch ein schon von Martin und Booker gefundenes Inspirationscentrum in den hintern Vierhügeln.

Entfernt man die vordern Hirnteile durch einen Schnitt hinter den Vierhügeln ganz, dann atmen die Tiere ausserordentlich regelmässig, maschinenartig noch stundenlang weiter. Verletzungen hinter dieser Stelle führen schneller oder langsamer den Tod herbei.

Die eben erwähnte Schnittgrenze gibt offenbar den Anfang der Stelle, wo das eigentliche Atemcentrum im alten, von uns früher erörterten Sinne beginnt. Was vor der Grenze liegt, die Atemcentren von Christiani und Martin und Booker, ist zur normalen, regelmäßigen Atmung nicht notwendig, kann aber zu der normalen Tätigkeit dieser sich hinzuaddiren und gibt dann verstärkte Atmung entweder mit Vorwiegen der Inspiration oder der Exspiration. Auf diese Hilfscentra, wie wir sie wol nennen können (analog den von mir sogenannten Hilfscentren des Herzens), wirken die Sinnesnerven Acusticus und Opticus. Auf die eigentlichen normalen Atembewegungen wirken sie nicht ein, sie können daher auch mit dem Vagus und dessen Verzweigungen (sowie mit dem nach Graham jetzt hinzuzufügenden Splanchnicus) in ihrer Wirkungsweise nicht in Parallele gestellt werden. Ihre Wirkung, sowie die der neuen Centren kommt aber in Betracht, wenn es sich um Erklärung des Einflusses handelt, welchen psychische Zustände auf die Atmung haben.

A. Högyes, Der Nervenmechanismus der associirten Augenbewegungen. I. Teil, Die Erscheinungen der die Bewegungen des Kopfes und des Körpers begleitenden associirten Augenbewegungen bei Säugetieren und beim Menschen (ungarisch).

Mitteilungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der ungarischen Akademie der Wissenschaften. Budapest 1881. Bd. X. Nr. 18, S. 1—62.

A. Högyes, Der Nervenmechanismus der associirten Augenbewegungen. II. Teil, Der Einfluss einzelner Teile des Nervensystems auf die unwillkürlich associirten Augenbewegungen (ungarisch).

Ebenda Bd. XI. Nr. 1, S. 1—100.

Es ist bekannt, dass beim normalen Sehen in den meisten Fällen beide Augen sich zugleich bewegen. Ebenso bewegen sich beide Augen in gleicher Weise bei aktiven oder passiven Bewegungen des Körpers und des Kopfes. Aehnliches lässt sich selbst bei solchen Tieren beobachten, deren beide Augen ganz getrennte Sehfelder haben: das geschlossene Auge folgt den Bewegungen des offenen; das blinde jenen des sehenden. Obgleich die äußeren Erscheinungen dieser bilateralen Augenbewegungen bekannt sind, so kennen wir dieselben ihrem innern Wesen nach nicht genügend. Während nach den einen die Fähigkeit der Association der Augenbewegungen angeboren sein soll, behaupten andere, dieselbe wäre durch Erfahrung erworben. Ueber den Nervenmechanismus welcher diese bilateralen Augenbewegungen erzeugt, ist kaum mehr bekannt, als dass hier 12 Augenmuskeln mit den 6 Augennerven tätig sind, und dass die Erregung der letzteren auf unbekannte Weise von den Oculomotoriuskernen im Vierhügel ausgeht. Weitere Erfahrungen drängen zu der Annahme, dass die Augenbewegungen durch irgend einen sehr komplicirten Nervenmechanismus beeinflusst werden. Verfasser stellte sich nun die Aufgabe, diesen Nervenmechanismus zu ergründen.

Zu diesem Zwecke wurden zuerst am Kaninchen die Erscheinungen der bilateralen Augenbewegungen genau bestimmt, während die Tiere in den drei Hauptebenen des Raumes passiv bewegt wurden. Die auf diese Weise hervorgerufenen unwillkürlichen Augenbewegungen verglich Verf. dann mit den ähnlichen Augenbewegungen anderer Tiere und des Menschenauges.

Die Methode, nach welcher die Versuche durchgeführt wurden, bestand darin, dass das Tier in natürlicher sitzender Stellung auf ein passendes Kaninchenbrett befestigt wurde, durch welches dasselbe in allen drei Hauptebenen des Raumes gedreht werden konnte; die Augenbewegungen wurden mit Hülfe einer Nadel beobachtet, welche entlang den Muskelfasern des oberen geraden Augenmuskels in die Sclera eingeführt war. Die Nadel war bis zur Mitte der Pupille knie-

förmig gebogen und ging von da in gerader Richtung nach vorne. Zugleich trug sie ein Aluminiumkreuz, dessen senkrechter Arm die vertikale, dessen horizontaler Arm die horizontale Achse repräsentirte. Sobald sich das Auge bewegte, wurde auch das Achsensystem zugleich bewegt. Auch graphisch ließ Verf. die Augenbewegungen mit Hülfe zweier Marey'scher Trommeln (Tambour à lévier) auf einen rotirenden Cylinder aufzeichnen.

Die auf solche Weise angestellten Untersuchungen erwiesen, dass eine jede passive Aenderung der Lage des Körpers oder Kopfes des Tiers, von eigentümlichen bilateralen Augenbewegungen begleitet ist, die für eine jede Körperstellung immer ganz bestimmte sind.

Wurde das Kaninchen in der Horizontalebene nach rechts gedreht, so blieben beide Augen vorübergehend links zurück, um bald gemeinsam nach rechts zu schnellen (*Deviatio horizontalis bilateralis dextrum vergens*), Das Umgekehrte trat bei Linksdrehung des Kaninchens (*Deviatio horizontalis bilateralis sinistrum vergens*) auf. Bei totaler Umdrehung entsteht eine ganze Kette der zurückbleibenden und nachschnellenden Augenbewegungen; bei Rechtsdrehung *Nystagmus horizontalis bilateralis dextrum vergens*, bei Linksdrehung *Nystagmus horizontalis bilateralis sinistrum vergens*. Wird das Drehen plötzlich unterbrochen, so treten Nachoscillationen auf, deren Zahl und Größe in Beziehung zur Drehgeschwindigkeit stehen. Diese Art der associirten bilateralen Augenbewegungen nennt Verfasser entgegengesetzt gerichtet.

Dreht man das Kaninchen in der Median- oder Sagittalebene nach vorne, dann bleiben beide Augen in der Drehungsrichtung zurück, rotiren lateral und drehen sich lateral nach oben (*Deviatio divergens bilateralis*); bei der Drehung nach rückwärts rotiren beide Augen medial und drehen sich medial und nach unten (*Deviatio convergens bilateralis*). Bei totaler Umdrehung erreichen die entsprechenden Augenbewegungen in dem ersten Viertel der Drehung ihren Höhepunkt, in dem zweiten bleiben sie bis zu dessen Ende in unveränderter Stellung, um dann plötzlich nach einigen oscillatorischen Bewegungen ihre normale Ruhelage einzunehmen; in dem dritten Viertel drehen sich die Augen nach der entgegengesetzten Richtung und erreichen den Höhepunkt dieser Ablenkung am Ende dieses Viertels, um während des ganzen vierten Viertels diese Ablenkung beizubehalten und am Ende desselben nach einigen Oscillationen abermals ihre frühere Ruhelage einzunehmen. Nach häufigerer Drehung nach vorne tritt *Nachnystagmus convergens*, nach rückwärts *Nachnystagmus divergens* auf. Plötzliches Innehalten ruft kurz dauernden *Nystagmus rotatorius* hervor. Mulder nennt diese Art der bilateralen associirten Augenbewegungen symmetrisch gleichgerichtet.

Wird schließlich das Tier in der Frontalebene nach rechts gedreht, so wendet sich das linke Auge abwärts und medial und rotirt lateral, während das rechte Auge aufwärts und lateral gedreht und

medial rotirt wird (*Deviatio diagonalis bilateralis sinistra*). Bei Linksdrehung findet genau das umgekehrte Verhältniss statt (*Deviatio diagonalis bilateralis dextra*). Bei totaler Umdrehung folgen die entsprechenden Erscheinungen auf ähnliche Weise nacheinander, wie bei der Drehung in der Median- oder Sagittalebene. Bei häufigem Drehen werden die am Ende des zweiten und vierten Viertels zu beobachtenden Oscillationen lebhafter. Auf plötzliches Einhalten folgt nach Linksdrehung *Nystagmus diagonalis bilateralis dextrum vergens*, nach Rechtsdrehung *Nystagmus diagonalis bilateralis sinistrum vergens*. Verf. nennt auch diese associirten bilateralen Augenbewegungen entgegengesetzt gerichtet.

Außer bei dem Kaninchen wurden die compensatorischen Augenbewegungen noch bei Hunden, Katzen, Meerschweinchen, Mäusen und Fledermäusen beobachtet. Im Wesentlichen stimmten die Erscheinungen überein. Bei den Meerschweinchen werden, wie bei Vögeln, die associirten Augenbewegungen durch compensatorische Bewegungen des Kopfes ersetzt. Bei Fröschen fehlen die bilateralen Augenbewegungen ganz.

Der allgemeine Charakterzug dieser compensatorischen bilateralen Augenbewegungen besteht darin, dass durch dieselben beide Augen bei den verschiedenen Ortsveränderungen des Kopfes und des Körpers ihre primäre Ruhestellung beizubehalten streben.

Mit Hülfe der in dem ersten Teile seiner Arbeit mitgeteilten Methode suchte Verfasser Einsicht in den Nervenmechanismus zu gewinnen, der die passiven bilateralen Augenbewegungen regirt. Zu diesem Zwecke wurde beobachtet, welchen Einfluss die Durchschneidung oder Zerstörung einzelner Partien des Centralnervensystems auf die zufolge der Drehung des Tieres eintretenden Augenbewegungen haben, und wurden durch Reizungsversuche die auf solche Weise erhaltenen Resultate weiter kontrolirt.

Durchschneidung der sechs Augenmuskeln, der Hirnpartie am Boden des vierten Ventrikels, des *Aquaeductus Sylvii* in der Höhe der vorderen Vierhügel, des Acusticuskerns, der beiden *Nn. Acustici*, sowie Zerstörung beider häutiger Labyrinthe führen zu totalem Ausbleiben der compensatorischen Augenbewegungen während der Drehung des Tiers. Dagegen konnten bilateral associirte Augenbewegungen hervorgerufen werden durch Reizung derselben Nervenpartien, also des häutigen Labyrinths, des Acusticus, des Bodens des vierten Hirnventrikels innerhalb der beschriebenen Grenzen, bilaterale Reizung der Augenmuskelnerven (unilaterale Reizung derselben hatte nur einseitige Augenbewegung im Gefolge). Demnach sind diese Nervenpartien zum Entstehen und regelmäßigen Auftreten unwillkürlicher associirter Augenbewegungen nöthig.

Welche von diesen Nervenpartien auch immer zerstört werden mögen, die Folge dieser Zerstörung ist immer eine Störung in den

die Drehung des Tiers begleitenden compensatorischen Augenbewegungen. Zum Eintreffen vollkommener associirter bilateraler Augenbewegungen ist demnach ein Zusammenwirken aller erwähnten Teile nötig.

Nach beiderseitiger Zerstörung des häutigen Labyrinths, nach der Durchschneidung beider *Nn. Acustici*, sowie nach Anlegung eines quer durch die Raphe oberhalb der Abducenskerne geführten Schnitts oder eines Längsschnitts in den oberen Partien der Raphe kann man an den Augen des Tiers keine willkürlichen Augenbewegungen mehr sehen. Diese Nerventeile bilden also einen zusammenhängenden Apparat, welchen Verf. den associirenden Nervenapparat der Augenbewegungen nennt.

Weitere Untersuchungen ergaben bezüglich der Einrichtung dieses associirenden Nervenmechanismus, dass derselbe aus einer centralen (associirendes Centrum der Augenbewegungen), einer centripetal, (associirende centripetale Bahn) und einer centrifugal leitenden Bahn besteht. Das associirende Centrum liegt in dem Kern des 8., 6., 4. und 3. Hirnnervenpaars im Mittelhirn und dem verlängerten Marke. Die centripetalen Bahnen liegen in den beiden *Nn. acustici*, die centrifugalen in den sechs Augenmuskelnerven.

Ausserdem zerfällt der ganze associirende Nervenmechanismus in eine rechte und linke Hälfte. Den centripetalen Teil der rechten Hälfte bilden das rechte häutige Labyrinth und der rechte Hörnerv, — sein Centrum liegt am Boden des 4. und 3. Hirnventrikels an der rechten Seite der Raphe in der Höhe zwischen den rechten Acusticus kernen und den rechten Oculomotorius-Trochleariskernen; seine centrifugale Bahn liegt in den rechten 6., 4. und 3. Hirnnerven. Die centripetalen Teile der linken Hälfte sind das linke häutige Labyrinth und der linke Hörnerv, sein Centrum die linke Seite der Rautengrube und des *Aquaeductus Sylvii* zwischen den Acusticus und Oculomotoriuskernen, seine centrifugale Bahn der linke 6., 4. und 3. Hirnnerv. Die beiden Hälften dieses Nervenmechanismus verbinden intercentrale Fasern, welche von den Abducenskernen zu den anderseitigen Oculomotorius- und Trochleariskernen ziehen und in dem obern Teil der Raphe sich kreuzen.

Der Gang der die Augenbewegungen associirenden Reflexnervenbahnen von dem häutigen Labyrinth zu den Augenmuskeln ist folgender: aus beiden Labyrinthen gehen associirende Nervenbahnen für beide Augen, ziehen durch die Hörnerven zu den entsprechenden Hälften des associirenden Centrums und gelangen von da auf die centrifugale Bahn; und zwar bleiben sie auf derselben Seite für jene Muskeln, welche das Auge nach aufwärts lateral wenden und medial rotiren, während sie auf die andere Seite übertreten, um dort zu den Muskeln zu gelangen, die das Auge abwärts medial wenden und lateral rotiren. Dieser bilateralen Einrichtung zufolge erhält ein jedes Auge von beiden Labyrinthen Reflexerregung.

Es muss angenommen werden, dass diese bilateralen Reflexerregungen unter normalen Verhältnissen auch während der Ruhe fortwährend den Augenmuskeln zuströmen und beide Augen beständig in einem mittleren labilen Gleichgewicht erhalten. Sobald die aus dem einen oder anderen Labyrinthe kommenden Reflexerregungen zunehmen oder sinken, wird auch das labile Gleichgewicht unterbrochen und sogleich tritt bilaterale Deviation ein, welche je nach der Qualität der aus dem Labyrinthe (oder aus der centripetalen Bahn wie auch aus dem Centrum) kommenden Erregungen verschieden sein kann. Sobald der Weg der associirenden Nervenreize zu den Augenmuskeln in Folge der Zerstörung der centripetal leitenden Bahnen oder des Centrums, unterbrochen wird, wird das labile Gleichgewicht beider Augen stabil, und beide Augen zu bilateralen Augenbewegungen unfähig.

Die compensatorischen Augenbewegungen, welche den Ortsänderungen des Kopfes folgen, sind Störungen des labilen Gleichgewichts beider Augen, die dadurch entstehen, dass die Drehung in den verschiedenen Richtungen die aus beiden häutigen Labyrinthen ausströmenden associirenden Nervenerregungen auf verschiedene Weise, aber immer der Drehung entsprechend, verändert.

Der die Augenbewegungen associirende Nervenmechanismus besteht im Wesentlichen darin, dass von den Hörnerven auf das 6., 4. und 3. Nervenpaar Reflexerregungen beständig übergehen und in beiden Augen je nach der Qualität derselben entweder labiles Gleichgewicht, oder der Kopfstellung entsprechend geordnete bilaterale Augenbewegungen erzeugen. Ausser dieser bilateralen Reflexerregung ist an diesem Nervenmechanismus keine automatische Funktion zu beobachten; nach Durchschneidung der centripetalen Bahnen (*Nn. acustici*) entstehen keine compensatorischen Augenbewegungen.

Ueber die Einrichtung dieses associirenden Nervenmechanismus im Einzelnen wird ein dritter Teil dieser Mitteilung handeln.

Ferd. Klug (Klausenburg).

Ueber die elektrischen Erscheinungen an der Netzhaut.

1) Frithiof Holmgren, Ueber die Retinaströme. Untersuchungen aus dem physiologischen Institute in Heidelberg. Bd. III S. 278—326. 1880 [Schon im Jahre 1866 in schwedischer Sprache erschienen]. 2) Dewar und Mac Kendrick, The physiological action of light. Journ. of Anat. and Physiol. Nr XII. p. 275—285. 3) Dewar, J. Action physiologique de la lumière. Revue scientifique. V. année 2e série p. 516—520. 4) Frithiof Holmgren. Ueber Sehpurpur und Retinaströme. Untersuchungen aus dem physiologischen Institute in Heidelberg. Bd. II. S. 81—88. 1878. 5) W. Kühne u. J. Steiner. Ueber das elektromotorische Verhalten der Netzhaut. Dieselben Berichte. Bd. III. S. 327—377. 1880.

Wie die Nerven, wenn sie entsprechend hergerichtet in den Galvanometerkreis aufgenommen werden, einen gesetzmäßigen Strom geben,

den sogenannten Nervenstrom, so zeigt auch das periphere Endorgan des Sehnerven, das Auge, dasselbe Verhalten. Der wesentliche Inhalt des Auges ist die Netzhaut, welche einerseits lichtempfindlich ist und andererseits die Enden des Sehnerven enthält, durch welche die Erregungen zum Sehnervenstamme und weiterhin zum Gehirn getragen werden.

Wenn man einen Nerven auf irgend eine Weise in Erregung versetzt, so erleidet der Nervenstrom eine Abnahme; das ist die negative Schwankung des Nervenstroms während der Erregung (du Bois-Reymond), und es musste vom größten Interesse sein, ob auch der adäquate Reiz für das Auge, das Licht, eine negative Schwankung des Augen-, oder wie Holmgren ihn nannte, des Netzhautstroms, hervorrufen würde. Dies zu untersuchen war die wesentliche Aufgabe, die sich Holmgren vor nun schon fünfzehn Jahren vorgesetzt und in rühmlichster Weise durchgeführt hatte. Hierbei ergab sich, dass wenn die eine Elektrode die Hornhaut und die andere den hinteren Umfang des Augapfels ableitend berührte, jedesmal eine Stromschwankung auftrat, wenn Licht in das vorher im Dunkeln gehaltene Auge einfiel und wenn es wieder entfernt wurde. Die Untersuchungen, welche teils am ausgeschnittenen, teils am Auge in seiner natürlichen Lage ausgeführt werden konnten, ergaben, dass die auf Licht eintretenden Schwankungen je nach der Tierklasse verschieden waren — mit der einen Ausnahme, dass sich am Fischauge überhaupt keine solche Schwankung beobachten ließ.

Das zuerst untersuchte Auge war das herausgeschnittene Auge des Frosches. Dasselbe giebt beim Kommen und Gehen des Lichts jedesmal eine positive Schwankung, im Gegensatze zu allen übrigen Tieren, deren Augen beim Kommen des Lichts eine negative, beim Verschwinden desselben eine positive Schwankung zeigen. Sie geben diese Schwankungen selbst dann, wenn die Lichtintensitäten nur in beliebigem Sinne verändert resp. vergrössert oder verringert werden.

Nun aber liegen in der Regenbogenhaut aller Augen Muskeln, welche sich in Folge des Lichtreizes kontrahiren und die Tätigkeit dieser Muskeln könnte ebenfalls Ursache von elektrischen Stromschwankungen werden. Um diese Möglichkeit auszuschließen, trennte Holmgren den vordern Umfang des Auges beim Frosche ab, so dass eine Augenschale zurückblieb, welche zwar die Netzhaut, aber nicht mehr die Muskeln enthielt. Oder er eliminirte den Einfluss jener Muskeln dadurch, dass er sie mit passenden Giften (Curare, Atropin) lähmte. Wie auch immer der etwaige Einfluss der Muskelkontraktionen aufgehoben worden war, stets blieben die Stromschwankungen bei Beleuchtung und bei Entfernung des Lichts die schon angegebenen, so dass sie in der Tat als der Netzhaut angehörig zu betrachten sind; denn Augen, denen die Netzhaut genommen war, blieben erregungslos.

Unbekannt, wie es scheint, mit den Versuchen von Holmgren, betraten einige Jahre später Dewar und Mac Kendrick dasselbe Gebiet und fanden ebenfalls elektrische Stromschwankungen in den Augen der verschiedensten Tiere bei Beleuchtung und Entziehung des Lichts. Ihre Resultate unterscheiden sich von denen Holmgren's in zwei wesentlichen Punkten: einmal nämlich fanden sie für das Froschauge beim Eintritt des Lichts eine aus positiver und negativer zusammengesetzte Doppelschwankung, andrerseits konnten sie auch für das Fischauge Stromschwankungen konstatiren, welche mit den Schwankungen der Augen bei den übrigen Wirbeltieren übereinstimmten.

Inzwischen hatte Boll unser Gebiet durch die überaus wichtige und ebenso hoffnungsvolle Entdeckung bereichert, dass die Netzhaut der meisten Wirbeltiere einen Farbstoff, den Sehpurpur, besitzt, welcher ausschließlich durch das Licht zerstört und in der Dunkelheit wieder regenerirt wird.

Wieder war es Holmgren, der zuerst zu ermitteln versuchte, ob der Sehpurpur in direkter Beziehung stände zu den von ihm entdeckten Schwankungen des Netzhautstroms und damit weiterhin zu dem Sehakte selbst, dessen Zustandekommen füglich nicht ohne jene Schwankungen zu denken sind. Er setzte sich deshalb vor, zu untersuchen, ob ein von Sehpurpur freies Auge auf Beleuchtung noch Schwankungen zeigt und ob sie in dem purpurhaltigen Auge fehlen können.

Diese Versuche wurden an Frosch- und Kaninchenaugen gemacht. Purpurlose Augen erhält man bei Tieren, welche wenigstens zwei Stunden direktem Sonnenlichte ausgesetzt waren. In allen diesen sogenannten gebleichten Augen konnte Holmgren seine früheren Stromschwankungen wiederfinden. Da weiterhin ein Kaninchenauge, dessen Sehpurpur durch Erhärtung in 4 % Alaunlösung konservirt war, keine Schwankung zeigte [wie sollte es auch?], so schliesst Holmgren, dass der Sehpurpur in keiner Beziehung zu dem Sehakte stehen könne.

Einige Zeit darnach betraten Kühne und Steiner dasselbe Gebiet, um eine doppelte Aufgabe zu lösen. Nämlich 1) das elektromotorische Verhalten der Netzhaut allein, abgetrennt von allen übrigen Teilen des Augapfels, namentlich des die Retina umhüllenden Pigmentepithels zu untersuchen und 2) um das elektromotorische Verhalten der ungebleichten Retina gegen die gebleichte zu vergleichen.

Da die isolirte Netzhaut, welche dem Auge des Frosches nach einem bekannten, früher schon von Kühne angegebenen Verfahren entnommen wurde, in elektromotorischer Beziehung ein Novum war, so musste zunächst die Richtung ihres Ruhestroms festgestellt werden. Hierbei ergab sich, dass die vordere Seite, welche die Faserseite genannt werden mag, sich positiv verhielt gegen die hintere Seite, die als Stäbchenseite bezeichnet wird. Die Ableitung der Netzhaut geschah mit Hilfe der unpolarisirbaren Elektroden, deren Tonspitzen zum Schutze mit eigens präparirten Froschlungen überzogen waren,

eine Methode der Ableitung, welche für das Gelingen der folgenden Versuche unerlässlich ist. Wenn nun eine solche Netzhaut belichtet wurde, so trat jedesmal eine Stromschwankung ein, die sich wiederholte, wenn das Licht wieder verschwand. Alle übrigen Teile des Augapfels in derselben Weise einzeln untersucht, zeigten niemals Stromschwankungen. Damit ist der endgiltige Beweis dafür geliefert, dass die am Augapfel beobachteten Stromschwankungen ausschließlich der Netzhaut selbst zuzuschreiben sind.

Was die Qualität der Schwankungen der Netzhaut betrifft, so ist die beim Kommen des Lichts eintretende Schwankung beim Frosche, der bisher nur untersucht worden ist, eine Doppelschwankung und zwar eine positive und negative Schwankung, die man auch als negative Schwankung mit positivem Vorschlage, eventuell auch umgekehrt bezeichnen könnte. Beim Verschwinden des Lichts tritt dagegen nur eine einfache positive Schwankung auf.

Ungebleichte Netzhäute von Fröschen, welche 24 Stunden im Dunkeln gehalten waren, zeigten jene Schwankungen ebenso, wie die gebleichten Netzhäute von Fröschen, welche wenigstens zwei Stunden direktem Sonnenlichte ausgesetzt waren, doch mit dem bemerkenswerten Unterschiede, dass die Schwankungen der gebleichten Netzhäute im Allgemeinen quantitativ geringer ausfielen, als die der ungebleichten Netzhäute. Ein weiterer Unterschied zeigte sich, wenn die Dunkel- und Hellfrösche wenigstens eine Stunde auf Eis gelegen hatten; auch die letzteren wurden während dieser Zeit im Dunkeln gehalten, um den etwaigen Einfluss der Ermüdung auszuschliessen, während die Regeneration des Sehpurpurs durch die Kälte verhindert war. In diesem Falle trat auch ein qualitativer Unterschied zwischen den beiden Netzhäuten auf, nämlich die Doppelschwankung der gebleichten Netzhaut verwandelte sich in einfache negative Schwankung, während die Doppelschwankung der ungebleichten Netzhaut unverändert geblieben war. Es ist demnach auf doppelte Weise ein Unterschied zwischen der purpurhaltigen und purpurlosen Netzhaut nachgewiesen.

Zum Schlusse zeigen Kühne und Steiner noch, dass bei Belichtung der hintern Netzhautfläche, die im lebenden Auge dem Lichte stets abgewandt ist, dieselben Stromschwankungen zur Beobachtung kommen, wie bei Belichtung der Vorderfläche.

J. Steiner (Heidelberg).

Th. W. Engelmann (Utrecht), **Neue Methode zur Untersuchung der Sauerstoffausscheidung pflanzlicher und tierischer Organismen.**

Pflüger's Archiv XXV, 285 (1881).

Das große Sauerstoffbedürfniss der Fäulnissbakterien ist seit langer Zeit bekannt. Beobachtet man nun unter dem Mikroskope einen

Wassertropfen, in welchem sich chlorophyllführende Pflanzenzellen (Euglena, Fadenalgen) und zu gleicher Zeit Bakterien befinden, so sieht man, wie sich sehr bald lebhaft schwärmende Bakterien um die grünen Pflanzenzellen ansammeln. Diese Bewegungserscheinungen nehmen nach und nach im ganzen Tropfen an Intensität ab, um die grünen Zellenkerne aber dauern sie am längsten fort.

Wird jetzt das Gesichtsfeld plötzlich so weit verdunkelt, dass man die Bakterien eben noch deutlich sehen kann, so erlöschen die Eigenbewegungen der Mikroorganismen, um von neuem zu beginnen, wenn man wieder Licht einfallen lässt. Stets sind die Bewegungen in der Nähe der grünen Zellen am intensivsten.

Aus diesen und ähnlichen Versuchen schließt Engelmann, dass die grünen Pflanzenzellen Sauerstoff ausgeben und hierdurch die Bakterien anziehen. Er benutzt also als Reagens auf Sauerstoff den lebenden Organismus und führt zugleich durch diesen dem Chlorophyll die Kohlensäure zu, aus welcher es den Sauerstoff abspaltet.

Aus den zahlreichen übrigen Beobachtungen will ich folgendes hervorheben.

Die Sauerstoffabgabe ist nicht an die grüne Pflanze allein gebunden, sondern auch Diatomeen mit braungrünem, Flagellaten und Oscillarien mit olivengrünem oder spangrünem Zellpigment scheiden im Lichte Sauerstoff aus. Die gleiche Funktion hat das Chlorophyll der Tiere (*Paramaecium bursaria*, *Hydra viridis*). Chlorophyllfreie, aber etiolinhaltige Zellen von *Nasturtium* scheiden am Lichte sofort Sauerstoff ab, ohne dass ein Verschwinden des Etiolins resp. Uebergang in Chlorophyll bemerkbar wurde. Zellen mit farblosem Protoplasma (Amoeben, Wurzelhaare von Hydrocharis), alle bisher untersuchten tierischen Zellen, ferner Zellen mit gefärbtem Zellsaft, aber chlorophyllfreiem Protoplasma (viele Blumenblätter, Staubfadenhaare von *Tradescantia virginica*) scheiden im Lichte keinen Sauerstoff aus.

Ich werde auf diesen Gegenstand später noch zurückkommen, sobald die in Aussicht gestellte ausführliche Abhandlung des Verf. erschienen sein wird.

Th. Weyl (Erlangen).

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. 31. Juli 1881. Nr. 8.

Inhalt: **Klebs**, Beiträge zur Kenntniss niederer Algenformen. — **Zacharias**, Ueber die chemische Beschaffenheit des Zellkerns. — **Selenka**, Zur Entwicklungsgeschichte der Seeplanarien. — **Becker**, Die Gefässe der menschlichen Macula lutea. — **Roux**, Der Kampf der Teile im Organismus. — **Grützner**, Zur Physiologie der Harnsecretion. — **Mac Munn**, Ueber die Farbstoffe des menschlichen Harns und ihre künstliche Darstellung aus Bilirubin und Hämatin. — **Cuboni** und **Marchiafava**, Neue Studien über die Natur der Malaria.

Georg Klebs, Beiträge zur Kenntniss niederer Algenformen.

Botanische Zeitg. 1881 Nr. 16—21; 24 S. mit 2 Tafeln.

Die vorliegende Arbeit verfolgt hauptsächlich den Zweck, aus der großen Menge neuer oder sehr ungenügend bekannter einzelliger chlorophyllhaltiger Algen, welche in den Florenwerken als Protococcaceen umfasst werden, einige wenige vollständig ihrem Entwicklungsgange nach kennen zu lehren. Diese Vollständigkeit hat der Verfasser besonders im Auge gehabt und sie dadurch zu erreichen versucht, dass er die bestimmte Species längere Zeit, d. h. wenigstens ein Jahr, kultivirte. Denn nur durch die Erforschung des gesammten Entwicklungsganges kann in die systematische Anordnung dieser Gruppe von Algen, wie in die mancher anderer niederer Organismen (der Flagellaten z. B.), endlich Klarheit gebracht werden.

Das Wesentliche in der Entwicklung ist bei den in der Arbeit beschriebenen Formen gleich: alle sind im strengen Sinne des Wortes einzellig; eine vegetative Zweiteilung existirt nicht; jede Zelle lebt für sich allein und bildet zu ihrer specifischen Reifeperiode eine Menge Tochterzellen, meist Zooporen, von welchen jede für sich (oder bei einer etwaigen Copulation das Produkt dieser) zu einem der Mutterzelle gleichem Individuum heranwächst.

In der äußern Form, der innern Struktur sind die Algen einander sehr ähnlich; die Hauptdifferenzen zeigen sich in den einzelnen Zügen der Entwicklung, besonders in der geschlechtlichen Befruchtung. Die eine der Algen, *Scotinosphaera paradoxa*, ist entschieden ungeschlechtlich, wenn eine zweijährige Kultur beweiskräftig dafür sein kann; eine besondere Eigentümlichkeit besitzt diese Alge in der Bildung der stets ungeschlechtlichen Zoosporen. Die Zelle zeigt zu ihrer Reifezeit eine Differenzirung des grünen Protoplasmas in zahlreiche cylindrische Stäbchen; diese verschmelzen mit einander mehr und mehr, wobei ein roter plasmatischer Körnerstoff ausgeschieden wird. Das Endresultat ist die Bildung einer einzigen dunkelgrünen Kugel inmitten des roten Körnerstoffs; sofort fängt die Kugel wieder an sich zu teilen; durch wiederholte Zweiteilung, bei der allmählich der rote Körnerstoff wieder aufgenommen wird, entstehen die asexuellen Zoosporen.

Den einfachsten Verlauf einer geschlechtlichen Befruchtung zeigen zwei andere Algen, *Chlorochytrium Lemnae* und *Endosphaera biennis*. Bei ihnen copuliren von den Zoosporen, die einfach durch wiederholte Zweiteilung entstehen, stets je zwei, welche aus derselben Mutterzelle stammen; nur das so entstandene Produkt ist fähig die Art fortzupflanzen. Bei *Chlorochytrium* folgen während des Sommers zahlreiche dieser Geschlechtsgenerationen auf einander; die den Einflüssen des Winters zunächst ausgesetzte fällt in einen Ruhezustand; bei *Endosphaera* dagegen gebraucht jede zu ihrer Entwicklung ein volles Jahr. Diese Art und Weise sich durch eine Selbstbefruchtung in einfachst möglicher Form fortzupflanzen, war bisher nur von *Actinosphaerium Eichhornii* bekannt.

Eine merkbare Differenzirung der beiden mit einander copulirenden Sexualzellen zeigt sich bei *Phyllobium dimorphum*, welches während des Sommers in Form grüner verzweigter Schläuche in den Blättern von *Lysimachia Nummularia* lebt. Die einen der Zellen bilden große, die andern kleine Zoosporen; nur das Produkt der Copulation einer größern mit einer kleinern ist entwicklungsfähig.

Es treten noch einige Besonderheiten hinzu, welche zeigen, auf einer wie niedrigen Stufe der Entwicklung bei diesen grünen einzelligen Algen die sexualen Erscheinungen stehen, ja wie selbst die Constanz der letztern bei ein und derselben Art oder wenigstens bei sehr nahe verwandten Formen eine sehr geringe ist. In der Gattung *Chlorochytrium* sind neben der deutlich sexuellen Species *Ch. Lemnae* andere Arten bekannt, deren Entwicklungsgang sonst genau der gleiche ist, bei denen aber die Zoosporen nie copuliren; jede derselben ist für sich fähig, die Art fortzupflanzen. In der Gattung *Phyllobium* sind ebenfalls solche Arten bekannt, von denen die eine als *Ph. incertum* beschrieben ist, welche sich nur durch ungeschlechtliche Zoosporen fortpflanzen. Interessant ist es nun, dass auch das ausgesprochen

sexuelle *Phyllobium dimorphum* seine Sexualität unter gewissen Umständen verlieren und zu einer ungeschlechtlich sich vermehrenden Form werden kann; durch die Ergebnisse der Kultur ist es wahrscheinlich geworden, dass ungünstige äußere Einflüsse, wie Mangel an genügendem Entwicklungsraum, notwendigerweise eine solche Herabdrückung der sexuellen Kraft herbeiführt.

Die in der Arbeit beschriebenen Algen haben in Betreff ihrer Biologie eine Eigentümlichkeit gemeinsam; sie leben nämlich nicht frei im Wasser sondern in andern Pflanzen; einige in abgestorbenen, andere in gerade absterbenden, einige nur in lebenden Teilen derselben. Solche endophytische Algen sind schon mehrfach beschrieben und als Parasiten hervorgehoben worden. Wie der Verfasser darlegt, ist von einem wahren Parasitismus bei keinem dieser und ähnlicher Algen die Rede; es ist diese Lebensweise eine Anpassungserscheinung, die herrührt aus dem bei niederen Organismen überall bemerkbaren Verhalten, sich geschützte Räume aufzusuchen, um sich ungestört entwickeln zu können. Diese Algen entziehen ihren Wirtpflanzen keine Nahrungsstoffe, sie leben wie freie Algen; sie entziehen ihnen nur den für ihre eigne Entwicklung notwendigen Raum; in diesem Sinne spricht der Verfasser von einem Raumparasitismus der Algen. Je nach den Species ist die Anpassung der Algen an ihre Wirtpflanze eine verschieden hoch entwickelte; am höchsten ist sie bei *Endosphaera* und *Chlorochytrium Lemnae*, welche beide nur in lebende Pflanzenteile und nur in solche von ganz bestimmter Species eindringen.

J. Klebs (Strassburg).

E. Zacharias. Ueber die chemische Beschaffenheit des Zellkerns.

Botanische Zeitung, 39. Jahrg. Nr. 11, 18. März 1881. S. 170.

Die chemischen Arbeiten über Nucleïn (Miescher, Hoppe-Seyler, Plósz, Jaksch u. A.) haben hinreichend gezeigt, dass die Kernsubstanzen, oder doch ein großer Teil derselben, in ihrem chemischen Wesen von den Eiweißkörpern erheblich abweichen. Wenn sie manche Reaktionen mit letztern gemein haben oder ihnen darin ähneln, so genügt dies nicht, um den Kernen überhaupt einen besonders hohen Eiweißgehalt zuzuschreiben. Nicht minder sprechen die neuern histologischen Ergebnisse über Kernbau und Kerntinktion durchaus für eine chemisch-differente Beschaffenheit der festern Teile des Kerns gegenüber den Eiweißkörpern. Trotzdem ist die Ansicht noch immer ziemlich verbreitet, dass die Zellkerne „aus Eiweiß bestünden“, oder doch besonders eiweißreiche Teile der Zelle seien; und man findet sogar noch die Meinung vertreten, dass die

Zellkerne nur besonders verdichtete Portionen des Zellprotoplasma darstellten, obwol dies schon durch die Eingangs erwähnten Arbeiten zurückgewiesen wird.

Gewichtige Gründe zur endgültigen Beseitigung letzterer Ansichten hat jetzt Zacharias beigebracht. Bisher fehlte es an ausreichender direkt mikroskopischer Entscheidung darüber, ob das Nucleïn, wie es sich makrochemisch hat darstellen lassen, auch im Zellkern selbst in situ nachzuweisen ist; so wahrscheinlich dies an sich auch sein musste. Zacharias liefert für pflanzliche Kerne *(Tradescantia, Ranunculus)* sowie für Kerne roter Blutzellen und Infusorien durch mikrochemische Prüfung den Nachweis, dass dieselben ihrer Hauptmasse nach aus einem Körper bestehen, welcher Reaktionen des Nucleïns zeigt: von künstlichem Magensaft nicht gelöst wird, in concentrirter Salzsäure, Soda und phosphorsaurem Natron löslich ist, in Kochsalzlösungen ähnliche Verquellungen zeigt, wie Nucleïne.

Gleiche Versuche hat Zacharias auch bei in Teilung begriffenen Pflanzenkernen angestellt; und dabei zeigten in der Kernteilungsfigur die chromatischen Fäden des Ref. (Kernplattenelemente Strasburger's) die Reaktionen des Nucleïn. —

Es ergibt sich hiernach als nächstliegende Annahme, dass die tingirbare Substanz des Kerns, welche hauptsächlich das Bälkchengerüst, die Grenzwand und die Nucleolen des ruhenden Kerns constituirt, welche bei der Teilung die tingirbare Fadenfigur bildet [1]) und welche vom Referenten bisher vorläufig „Chromatin" genannt worden ist, — in der Tat, wie es schon zu vermuten war, identisch ist mit Nucleïn.

Es ist dabei, wie Ref. bemerken möchte, nicht zu vergessen, dass diese Substanz nicht der einzige Bestandteil des Kerns ist; dass daneben noch achromatische Substanz vorhanden, und dass letztere auch selbst in den obengenannten, festern Strukturteilen des Kerns einen Teil der Masse, wenn auch einen geringern, ausmachen kann. Plósz [2]) hat aus chemischen Gründen vermutet, dass das Nucleïn im Körper sehr verbreitet in Verbindung mit Eiweiß, als „Nucleo-Albumin" vorkommen möge. Es ließe sich denken, dass die Gerüststränge, Membranen und Nucleolen der Zellkerne im lebenden Zustand nicht ganz und gar Nucleïn zu sein brauchen, sondern aus Nucleoalbuminverbindungen gedachter Art bestehen können. Denn dass überhaupt auch Eiweißkörper in den Kernen vorkommen, ist wohl nicht bestritten.

Die achromatischen Kernfäden des Ref. (Spindelfasern Strasburger's) zeigten bei Zacharias' Versuchen dagegen nicht die

---

1) S. hierfür Arch. f. mikr. Anat. Bd. 16, p. 302 ff., 357 u. Bd. 18, p. 151. Citate der Eingangs erwähnten Arbeiten am erstern Orte p. 357.

2) Pflüger's Arch. f. Phys. 1873, p. 371.

Reaktionen des Nucleïns, sie wurden durch künstlichen Magensaft gelöst, durch concentrirte Salzsäure nicht angegriffen — auch dies also eine Bestätigung dafür, dass die Tingirbarkeit dem Nucleïngehalt correspondirt. Hiermit ist, wie Ref. unter Verweis auf den letzten Absatz bemerkt, noch nicht darüber zu entscheiden, ob diese achromatischen Fäden sich mit aus der Kernsubstanz, abzüglich des Nucleïns, hervorbilden, oder ob sie, nach der jetzt von Strasburger vertretenen Meinung [1]), aus in den Kern gedrungenen Zellprotoplasma herstammen.

W. Flemming (Kiel).

Zur Entwicklungsgeschichte der Seeplanarien

Von

Emil Selenka.

In den zoologischen Stationen zu Concarneau und Neapel habe ich einige Untersuchungen über die Entwicklung der Seeplanarien angestellt. Ich wählte dieses Thema in der Hoffnung, nähere Aufschlüsse über die Verwandtschaft der Coelenteraten mit den Würmern zu erhalten, und diese Erwartungen sind nicht getäuscht worden. Die wichtigern Befunde und Resultate fasse ich hier zusammen.

Es beziehen sich die nachfolgenden Mitteilungen auf vier Arten und drei Gattungen:

Leptoplana tremellaris
Leptoplana Alcinoi
Eurylepta cristata und
Thysanozoon Diesingii.

Die erste und dritte Form fand ich in Concarneau, die zweite und vierte in Neapel in geschlechtsreifem Zustande.

Beachtenswert ist zunächst die Struktur des frisch gelegten Eies von *Thysanozoon Diesingii*: man unterscheidet hier einen hellen, eiweißarmen, peripherischen Dotter und einen centralen körnigen, undurchsichtigen. Auch die Eier der übrigen untersuchten Planarien zeigen eine ähnliche Scheidung von hellem und dunklem Dotter, nur dass dieselbe nicht schon im unbefruchteten Ei präformirt ist, sondern erst beim Auftritt der dritten Furchungsebene sich vollzieht.

Eine oder einige Stunden nach Ablage der Eier beginnt die Ausstoßung der zwei Richtungskörper unter energischen Contractionen und Gestaltveränderungen des Dotters. Beachtenswert ist die Rolle, welche die Richtungskörper beim Mechanismus der Befruchtung spie-

1) Zellbildung und Zellteilung, 3. Aufl. 1880.

len. Bei *Thysanozoon Diesingii* sah ich, dass dieselben ausnahmslos von durchsichtigen Dotterbüscheln an ihrer Geburtsstätte festgehalten werden und mehrere Mal gelang es mir zu beobachten, wie das Spermatozoon zwischen diese beiden Richtungskörper eindrang!

Jedem Ei ist nur ein einziges Spermatozoon beigegeben.

I. Die Keimblätter.

In dem Augenblick, wo im frisch gelegten Ei die Richtungsspindel gegen die Peripherie zu rücken beginnt, ist, wie bei den meisten tierischen Eiern, so auch hier, die Längsaxe des späteren Embryos gegeben, und zwar bezeichnet die Geburtsstelle der Richtungskörper den aboralen Pol, während ihm gegenüber der orale Pol fixirt ist.

Einmal beobachtete ich, wie die erste Furchungsebene rechtwinkelig zur Verbindungsaxe der beiden Richtungskörper einschnitt. Sollte dies ein typischer Vorgang sein, so wäre, da in der Regel die erste Furchungsebene zwei ungleich große Zellen bildet, aus denen sich dann mit großer Schärfe die Axenstellung des Embryos construiren lässt, schon aus der Postirung der zwei Richtungskörper eine zweite Körperaxe abzuleiten. Aber erst mit der Entstehung der ersten zwei Furchungszellen, die fast immer an Größe differiren, ist die vollkommene Orientirung des Embryos gegeben, indem nämlich regelmäßig aus der größern die Rückenpartie und rechte Seite, aus der kleinern der Bauch und die linke Seite sich aufbauen. Aus dem Gesagten geht zugleich hervor, dass jede der vier ersten Furchungskugeln je einen Quadrant des Embryos bildet.

Nachdem nun die zwei Richtungskörper am aboralen Pole ausgetreten und dann nach zweimaliger Teilung vier Furchungszellen entstanden sind, schnüren sich von diesen nach der Reihe

1) vier kleine protoplasmareiche Ur-Ektodermzellen am aboralen Pole los, und zwar im Sinne einer laeotropen Spirale.

2) Nach Verlauf einiger Zeit trennen sich dann von den vier großen Furchungskugeln vier kleine protoplasmareiche Ur-Mesodermzellen gegen den aboralen Pol hin, und zwar im Sinne einer dexiotropen Spirale.

Die nun übrig bleibenden vier großen Furchungszellen sind arm an Protoplasma und Körnchen; nur in der Nähe des großen Kerns findet sich ein Hof von Dotterkörnchen, welche die gegen den oralen Pol sich streckenden Furchungsspindeln begleiten und

3) in den am oralen Pole sich abschnürenden sehr kleinen Ur-Entodermzellen sich ansammeln.

4) Die nunmehr der Dotterkörner ledigen, übrig bleibenden großen Zellen bezeichne ich als Nahrungs-Dotterzellen. Sie bilden kein Keimblatt und unterliegen mit Ausnahme der noch einmal sich teilenden dorsalen keiner weiteren Furchung; vielmehr verlieren sie später ihre

Kerne, zerfallen in Dotterkugeln von öliger Beschaffenheit und gelangen endlich durch Umwachsung von Seiten der Entodermzellen in die Darmhöhle.

Das Ektoderm.

Die Anlage und Abfurchung des Ektoderms vollzieht sich bei allen von mir untersuchten Arten in ganz derselben Weise. Sobald im Ganzen 24 Ektodermzellen gebildet sind, finden sich allerdings bei den einzelnen Formen geringe Unterschiede im Rhythmus der Zellteilung, dem man aber um so weniger Bedeutung zumessen darf, als auch innerhalb ein und derselben Art dergleichen Variationen unter Umständen vorkommen, wie z. B. bei ungenügender Ventilation oder erhöhter Temperatur. Ausnahmslos aber bleiben die Ektodermzellen der ersten neun Teilungsphasen jedesmal in dem Quadranten liegen, in welchem die betreffende Ur-Ektodermzelle gelegen war. Ungefähr zur Zeit, wo der quadratische Ektodermschild oder die Ektodermkappe aus 20 Zellen besteht, bemerkt man in derselben eine centrale Oeffnung, welche direkt in den Furchungsraum führt. Diese Oeffnung wird alsbald durch Zweiteilungen der nächstliegenden Ektodermzellen ausgefüllt. Ich nenne diese vier meist kleinen centralen Zellen Scheitelzellen. Ihr Schicksal habe ich trotz aller Bemühung nicht verfolgen können: sicher ist nur, dass sie sich bald napfartig einsenken; ob sie sich aber, wie ich bei einer rhabdocoelen Turbellarie zu beobachten Gelegenheit hatte, wirklich abschnüren, um einen Sinneskörper zu bilden, konnte ich nicht entscheiden.

Unter steter Weiterfurchung ihrer Elemente vergrößert sich nun die Ektodermkappe und epibolirt endlich den Embryo vollständig bis auf eine sehr kleine Oeffnung am oralen Pole, den Blastoporus oder Gastrulamund. Während dieses Prozesses der Umwachsung hellen sich allmählich die Ektodermzellen auf, indem sich ihre Dotterkörnchen verflüssigen.

Kaum hat die Ektodermkappe die Embryonalanlage zur Hälfte überwuchert, so beginnen einzelne Zellen zu wimpern; nach vollzogener Epibolie treten auch Stäbchenzellen auf.

Aus diesem Ektodermmantel entstehen nun folgende Gewebe und Organe:

1) Die Integumentzellen (Wimper- und Nesselzellen),
2) Der Epitelbeleg des Rüssels,
3) Die obenerwähnten, vielleicht als rudimentäres Sinnesorgan zu deutenden Scheitelzellen,
4) Die beiden Hirnganglien,
5) Die Augen.

1. Das Integument. Die meisten Integumentzellen werden zu Wimperzellen; man zählt 20—50 Wimperhärchen auf jeder Zelle. Einge-

streut zwischen diesen liegen vereinzelte Nesselzellen, deren jede 5—7 zum Kegel gruppirte Stäbchen erzeugt.

Am aboralen wie am oralen Pole tritt bei *Thysanozoon* und *Eurylepta* je eine Geißelzelle auf; bei *Leptoplana* findet sich statt deren an beiden Polen ein Wimperbüschel.

2. Der Rüssel. Bevor die Epibolie vollzogen, treten am oralen Pole die vier Ur-Entodermzellen frei zu Tage. Dieselben verschließen die von den Nahrungsdotterzellen umfasste Höhle meist vollständig; bald aber werden sie von dem Ektodermmantel überwuchert und nach innen gedrängt, aber immer in der Weise, dass genau am oralen Pole eine Oeffnung persistirt. Diejenigen Ektodermzellen, welche diesen Gastrulamund umstellen, rücken später ebenfalls ins Innere und werden zum Rüssel, ohne sich aber jemals fest aneinander zu legen; vielmehr umfassen sie jederzeit einen Kanal, der nach aussen frei mündet, nach innen aber von den vier Ur-Entodermzellen abgeschlossen wird. — Bei *Leptoplana* konnte ich wiederholt aufs deutlichste erkennen, dass nur vier Ektodermzellen zum Aufbau des Rüssels verwendet werden; sie vergrößern sich (offenbar auf Kosten des angrenzenden Nahrungsdotters), verschmelzen zu einem Ring und beginnen bald, langsame Schluckbewegungen auszuführen.

Aehnliches beobachtet man bei den Embryonen von *Thysanozoon*. Aber da hier die den Schluckzellen benachbarten Ektodermzellen sich ebenfalls nach innen einbiegen, um die ventralen Wimperrinnen zu bilden, so konnte ich hier nicht bestimmen, wie viele Ektodermzellen am Aufbau des Pharynx sich beteiligen.

Der Gastrulamund persistirt und wird zum bleibenden Munde.

Eine eigentümliche Lageveränderung erfährt der Rüssel (und damit auch der Gastrulamund) durch die Ausbreitung der dorsalen Dotterkugeln: er rückt auf die Bauchseite. Die früher gerade Hauptaxe des Körpers wird hierdurch geknickt.

3) Der Entstehung der vier Scheitelzellen wurde schon oben Erwähnung gethan.

4) Die Anlage der Hirnganglien erkannte ich zuerst in zwei seitlichen, getrennten Verdickungen des Ektoderms. Ich bemerkte sie zuerst während der Rotationen eines Embryos, bei welchem die vier Mesodermstreifen (s. u.) noch nicht mit einander verwachsen waren. Diese beiden Zellenhaufen rücken allmählich medianwärts gegen einander, um endlich zur Verschmelzung zu gelangen.

5) Die Augen entstehen als Ektodermgebilde. Mit den Hirnganglien, in deren peripherischem Teile sie vorläufig noch liegen bleiben, rücken sie in das Körperinnere.

Das Mesoderm.

Bald nachdem am aboralen Pole die vier Ur-Ektodermzellen aufgetreten sind, schnüren sich von den vier großen Dotterzellen die vier

Ur-Mesodermzellen ab, und zwar ebenfalls gegen den aboralen Pol hin, aber im Sinne einer dexiotropen Spirale. Sie verdrängen die vier Ur-Ektodermzellen aus ihren Plätzen, um an deren Stelle zu treten und diesen Platz bis zu Ende der Furchung zu behaupten. Jede der vier Ur-Ektodermzellen gelangt dadurch wieder in ausschließlichen Contact mit derjenigen Dotterzelle, aus welcher sie hervorgegangen ist.

Wie schon frühere Beobachter hervorgehoben haben, bleiben die Mesodermzellen noch längere Zeit leicht erkennbar an ihrer Undurchsichtigkeit; erst nach mehrfachen Teilungen werden sie unter Resorption ihrer Dotterkörnchen durchsichtig.

Richtig hat schon Hallez erkannt, wie die vier Ur-Mesodermzellen zu vier ins Kreuz gestellten Mesodermstreifen auswachsen, die dann endlich mit einander verschmelzen und kugelmantelartig das Integument austapezieren.

Aus diesem Mesoderm gehen nun, nachdem es schon frühe zweischichtig geworden, die äußerlich gelegene Ring- und Längsmuskulatur, sowie das innere Muskel- und Bindegewebsnetz (Reticulum) hervor.

Das Entoderm.

Herkunft, Vermehrung und Umwandlung der Ur-Entodermzellen habe ich bei *Thysanozoon* genau verfolgen können. Erleichtert wurde die Untersuchung durch die Ablagerung von dunkelbraunem Pigment, welches sich während des Embryonallebens ausschließlich in den Entodermzellen vorfindet.

Sobald die Dotterzellen in ein Dutzend oder mehr ungleich große kernlose Kugeln zerfallen sind, beginnen die vier Ur-Entodermzellen ihre Teilung und Wanderung: sie strecken sich in die Länge, entsenden einfache oder verästelte Fortsätze und schmiegen sich an die benachbarten Dotterkugeln an. Durch Zweiteilung vermehren sich diese Zellen zunächst auf acht, und jede dieser acht Tochterzellen repräsentirt den Mutterboden eines Entodermstrangs. Wenigstens fand ich später meist acht vom inneren Gastrulamunde ausstrahlende Zellenketten, welche frei in das Körperparenchym und zwischen die Dotterkugeln hineinragten. Von Bedeutung ist jedenfalls die Tatsache, dass die Anlage des Darms eine vierstrahlige, radiär-symmetrische ist.

Die Vermehrung dieser Entodermzellen geschieht ziemlich langsam aber stetig; sie gleiten auf den Dotterkugeln, aus denen sie ihre Nahrung gewinnen hin, verästelte Ausläufer ausstreckend, gelangen auch wol zwischen die Mesodermzellen, immer aber unter einander in Verbindung bleibend oder doch nach etwaiger kurzer Isolation alsbald wieder in gegenseitigen Connex tretend.

Die Umwandlung der soliden Entodermzellenstränge zu Darmblindsäcken geschieht in folgender Weise.

Vereinzelte Entodermzellen, hie und da, umfließen einen Dotter-

tropfen, und unter allmählicher Resorption des letztern und gleichzeitiger Teilung der Entodermzelle bildet sich ein kurzes Rohr oder ein tonnenförmiger Hohlkörper, welcher mit benachbarten, gleicherweise entstandenen Darmhöhlen in Verbindung tritt um endlich einen vollständigen Blinddarm zu erzeugen.

Etwas schwieriger ist dieser Prozess der Darmbildung bei *Leptoplana* zu studiren, weil hier die Ur-Entodermzellen nur schwach pigmentirt sind und daher leicht mit den vier Schluck- (Rüssel) zellen verwechselt werden können. Auch ich hatte früher die Bedeutung der Entodermzellen nicht erkannt und sie bei *Leptoplana tremellaris* ganz übersehen, ein Irrtum, auf welchen Hr. Dr. Lang in Neapel die Liebenswürdigkeit hatte, mich aufmerksam zu machen.

Der Nahrungsdotter

entsteht aus jenen vier durchsichtigen, kernhaltigen Dotterzellen, welche aboralwärts von dem Ektoderm- und Mesodermkeime, oralwärts von dem Entodermkeime begrenzt werden.

Ihr Zellenleib besteht aus kleinen homogenen Dottertröpfchen und aus dem in deren Zwischenräumen befindlichen Protoplasma; dass Letzteres vorhanden, erweist sich aus der während der Furchung auftretenden „Dotterstrahlung". Im Verlaufe der Embryonalentwicklung verschwindet aber diese Scheidung von Protoplasma und Dottertröpfchen, und mit dem Zerfall der Dotterzellen wird der ganze Inhalt homogen, zähflüssig und stark lichtbrechend; auch die Kerne schwinden. Membranen sind niemals vorhanden.

Die Zweiteilung der dorsalen Dotterzelle ist schon von Keferstein, Hallez und Anderen beschrieben; jedoch bedürfen diese Mitteilungen noch der Vervollständigung.

Zur Zeit, wo die Ektodermkappe aus etwa 24 (*Leptoplana*) oder 32 (*Eurylepta*) Zellen besteht, beginnt die dorsale Dotterzelle sich zur Teilung anzuschicken. Nach der Lage des Amphiaster zu urteilen, welcher sich radiär zum Eicentrum stellt, hat es den Anschein, als wolle die distale Teilzelle sich vollständig losschnüren; aber wenn sie auch anfangs weit aus der Embryonalanlage hervorragt, so begibt sie sich, noch ehe die Furchungsrinne tiefer einschneidet, nach links hinüber und tritt in den Kreis ihrer Genossinen wieder ein.

Mehrere Tage lang erhalten sich nun diese fünf Dotterzellen unverändert, dann aber gehen Umwandlungen in ihrer Struktur vor sich: sie werden homogen und lassen schließlich keinen Kern mehr erkennen. In welcher Weise der weitere Zerfall dieser Dotterzellen eingeleitet wird, ob sie in gesetzmäßiger oder regelloser Weise zerklüftet werden, habe ich versäumt zu ermitteln.

Durch die Vermehrung der Dotterzellen auf fünf wird die laterale Symmetrie des Embryos in die Augen springend. Es wäre zu viel gesagt, wollte man behaupten, dass durch die Teilung der dorsalen

Dotterzelle erst die laterale Symmetrie bedingt sei; denn letztere ist ja schon allermeist durch die erste Furchungsebene bestimmt. Der Effekt jener Teilung ist aber allerdings ein solcher, dass durch sie die lateral-symmetrische Entstehung einzelner Organe, sowie die Hinüberwanderung des Pharynx auf die Bauchseite gesichert wird.

Welches ist nun die morphologische Bedeutung dieser Dotterzellen? Jedenfalls sind dieselben als Teil eines der drei Keimblätter zu betrachten, und zwar zeigen sie die nächste Verwandtschaft zu den Entodermzellen, mit denen sie den gleichen Ursprung teilen. Ihre Bedeutung erklärt sich aber aus dem Umstande, dass das Ei gleichsam überladen ist mit Nahrungsdotter, dessen sich die Entodermzellen bemächtigen, um ihn später wieder in Zellenform abzustoßen.

Die Furchungshöhle.

Wenn die Dotterzellen morphologisch als Entodermzellen aufzufassen sind, so ist der von ihnen umschlossene Hohlraum die Urdarmhöhle. Dieselbe bleibt nun mit der eigentlichen Furchungshöhle in steter Kommunikation, oder exakter ausgedrückt: der centrale Teil des Urdarms (die Dotterzellen) geht während des Embryonallebens einer Auflösung entgegen, und die Urdarmhöhle zerfällt dadurch in zahlreiche Räume, welche mit der Furchungshöhle zusammenfließen. Durch die einwandernden Entodermzellen werden dann schließlich die mit Dotterkugeln erfüllten Teile jenes Lückensystems abgeschnürt und erhalten dadurch die Bedeutung von Darmlumina.

Beachtenswerth ist auch die Kommunikation der echten Furchungshöhle mit der Außenwelt. Bei *Eurylepta* bilden nicht einmal die vier kleinen Entodermzellen, auch anfangs nicht, einen Verschluss der Urdarmhöhle; aber auch bei den übrigen Arten stellt sich zur Zeit, wo die vier Ur-Entodermzellen sich zu teilen beginnen, zeitweilig eine offene Verbindung des Furchungsraums und überhaupt des innern Lückensystems mit der Außenwelt her.

Die Metamorphose.

Ich habe ausschließlich die Metamorphose des *Thysanozoon Diesingii* studiren können.

Alle Wimperlappen entstehen schon während des Embryonallebens. Wie Joh. Müller an seiner bei Marseille, Nizza und Triest gefischten Larve, so unterscheidet man auch bei *Thysanozoon* sechs paarige und zwei unpaare Wimperlappen, nämlich

zwei hintere ventrale,
zwei hintere marginale,
zwei hintere dorsale,

einen medianen dorsalen,
einen vordern ventralen.

Am vordern und hintern Körperende findet sich ferner eine lange Geißel.

II. Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Planarien zu den Ctenophoren.

Die Furchung und Keimblätteranlage der oben besprochenen Planarien zeigt eine große jedoch nicht vollständige Uebereinstimmung mit der Organanlage bei den Ctenophoren.

1) Was zunächst die Struktur des Eies betrifft, so unterscheidet man bei Ctenophoren bekanntlich ein eiweißreiches peripherisches und ein eiweißarmes centrales Plasma. Denselben Unterschied zeigen auch die Eier von *Thysanozoon*, nur dass hier der eiweißreiche Teil central gelagert ist. Immerhin fällt ein Moment hier ins Gewicht, die Tatsache nämlich, dass in beiden Gruppen das eiweißreiche Dotterplasma zur Anlage des Ektoderms plus Mesoderms, dagegen das eiweißarme zum Aufbau des voluminösen Entoderms gelangt.

2) Die Furchung zeigt vielfache Uebereinstimmung in beiden Formenreihen. Der Zerfall in 2, dann in 4 gleiche oder fast gleich große Furchungszellen, die Abschnürung von vier kleinern Zellen am aboralen Pol ist den Ctenophoren und marinen Planarien gemeinsam. Aber während diese vier kleinern Zellen bei den Ctenophoren die Anlage des Ektoderms und zugleich des Mesoderms enthalten, repräsentiren sie bei den Planarien nur das Erstere, da das Mesoderm sich hier in Form von vier neu abgeschnürten Zellen anlegt. Wie Kowalewsky und Chun nachgewiesen haben, geschieht die Sonderung dieser zwei Blätter bei den Ctenophoren erst viel später und zwar auf dem Wege der partiellen Spaltung des äußern Keimblatts. Bildlich gesprochen hat sich bei den Planarien das Mesoderm emancipirt.

3) Das Entoderm ist in beiden Gruppen anfangs durch vier große blasse Zellen vertreten, welche sich bei den Ctenophoren bald auf acht vermehren, um endlich entweder direkt den Darm zu bilden, (Chun), oder unter Verlust einiger Zellen nur zum Teil den Darm aufzubauen (andere Autoren), indess bei den Planarien ein Zerfall in vier echte Entodermzellen und in vier, später fünf bald kernlos werdende Dotterzellen geschieht. In beiden Gruppen entsteht aber aus dem Entoderm ein vier- sodann achtstrahliger Darm, bei den Ctenophoren als dauernde, bei den Planarien als vorübergehende Form.

4) Die Gastrula entsteht in beiden Gruppen durch Epibolie (vielleicht physiologisch bedingt durch die großen Entoderm- bezw. Dotterzellen); der Ort des Gastrulamundes und des bleibenden Mundes fallen zusammen. Die Ektodermkappe zeigt hier wie dort eine centrale Lücke.

5) Gemeinsam ist beiden Formenreihen die Bildung des Vorder-

darms durch Ektodermeinstülpung, welche bei den Ctenophoren als Magen, bei den Planarien als Rüssel bezeichnet wird.

6) Die Ctenophoren tragen am aboralen Pole eine durch Ektodermeinstülpung gebildete Sinneskapsel mit Otolithen — die rhabdocoelen Strudelwürmer besitzen (wie ich hier nach eigener Beobachtung als vollkommen sicher mitteilen kann), ein aus dem Ektoderm abzuleitendes und in gleicher Weise gelagertes Sinnesbläschen mit Otolith, während bei den Planarien vielleicht nur eine schwache Andeutung solchen Organs in Form von vier sich einsenkenden Scheitelzellen gefunden wird.

7) Bei den Planarien erstreckt sich die Wimperung über das ganze Integument mit Ausnahme der Nesselzellen — bei den Ctenophoren findet sich außer den acht Wimperrippen ein vollständiger Cilienbeleg im embryonalen Zustande der Gattung *Eucharis*, eine teilweise, auf die aborale Hemisphaere beschränkte Wimperung bei den erwachsenen *Euchlora*, *Cestus* und *Hormiphora* (Chun).

8) Das Nervensystem legt sich bei den Planarien in Form von zwei seitlichen Ektodermverdickungen oder -Gruben an; vielleicht ist das Homologon dieser Organe in den seitlichen Blindsäcken zu suchen, welche bei den Ctenophoren vom Integumente gegen den Magen vordringen (Chun); doch ist das nur eine Vermutung.

9) Muskeln und Bindegewebe entstehen in beiden Reihen als Mesenchymgewebe (Hertwig).

10) Als Homologa der Nesselzellen bei den Ctenophoren lassen sich die sogen. Nesselzellen der Planarien betrachten; vermutlich sind jene Gebilde auch bei erstern Produkte des Ektoderms.

11) Die Anordnung der Wimperplättchen in acht Reihen, wie sie den Ctenophoren typisch ist, findet keine Wiederholung bei den Planarien; es sei denn, dass man die Wimperlappen der metamorphotischen Formen für entsprechende Bildungen halten wollte, was am Ende wol angeht, wenn man nur die Knickung der Längsaxe in Rechnung bringt, welche während des Embryonallebens bei den Planarien erfolgt.

12) Die Embryonalanlage ist in beiden Formenreihen eine vorherrschend radiär-symmetrische; dieselbe wird aber allmählich, mehr oder minder vollständig, in die bilaterale übergeführt. Die Planarien verhalten sich hier nach beiden Richtungen extrem: wenn im Anfange des Embryonallebens die vierstrahlige Symmetrie derartig streng eingehalten bleibt, dass in der Tat aus jeder der vier ersten Furchungskugeln sich ein Quadrant des Embryos aufbaut (wie es Fol ähnlich bei *Eurhampaea vexilligera* fand), so räumt dieselbe später der Lateralsymmetrie vollständig das Feld durch die Verlegung des Gastrulamundes auf die Bauchseite, eine Veränderung, welche aus der Kriechbewegung erläutert werden muss. Da der aborale Pol an der vordern Körperspitze im Planarienkörper liegen bleibt, so kann

man sagen, dass die Hauptaxe im Lauf der Entwicklung sich bauchwärts umknicke.

Ob die Saftkanäle der Ctenophoren, welche durch Wimperkränze mit den Radiärgefäßen in Verbindung stehen, den Wassergefäßen mancher Turbellarien gleichzustellen, ob ferner die Geschlechtsorgane in beiden Gruppen auf gleichen Ursprung zurückzuführen seien, erscheint wegen mangelnder Beobachtung über die Entwicklung dieser Organe bei den Turbellarien ganz zweifelhaft.

Es ist klar, dass bei aller Uebereinstimmung in Betreff der Embryonalanlage dennoch die Ctenophoren von den Turbellarien durch eine weite Kluft getrennt sind. Plausibel erscheinen vorläufig nur die aus der veränderten Art der Locomotion ableitbaren Unterschiede.

Physiologisch d. h. aus der Lebensweise und Adaption erklärbar ist das Ueberwiegen der Lateralsymmetrie und die Differenzirung von Bauch und Rücken der erwachsenen Planarien gegenüber der ursprünglichen Radiärsymmetrie, und damit zugleich auch die Verlegung der Darmsäcke an die Rückenfläche, denn all diese Veränderungen erscheinen als notwendige Folge der Verlegung des Mundes auf die Bauchseite oder in erster Linie als indirekte Folge der Kriechbewegung.

In morphologischer Beziehung stellen sich weit größere Schwierigkeiten in den Weg: die lateral-symmetrische Anlage des Gehirns bei den Turbellarien mit den paarigen Hautsäcken der Ctenophoren zu homologisiren, involvirt eine kühne Hypothese, nämlich die Annahme, dass aus accessorischen Sinnesgruben (und als solche dürfen die betreffenden Gebilde der Ctenophoren aufgefasst werden) die Anlage des Centralnervensystems hervorgehen könne. Gestützt wird diese Vermutung aber wieder durch die Tatsache, dass bei manchen Turbellarien und Nemertinen an demselben Orte, wo die Bildung der Hirnganglien geschieht, noch Sinnestaschen erhalten bleiben. — Die Verschiedenheit der Mesodermanlage bei Ctenophoren und Planarien erscheint ferner so jäh und durchaus principiell verschieden, dass eine vermittelnde Zwischenstufe kaum auszudenken ist. Dieser Unterschied spitzt sich in letzter Instanz darauf zu, dass bei den Planarien ein gesondertes Mesoderm angelegt wird, indess bei den Ctenophoren Ektoderm und Mesoderm allmählich sich von einander scheiden. Immerhin ist nicht außer Acht zu lassen, dass es sich hier um niedere Organismen handelt, wo die Plasticität und Umbildungsfähigkeit der Keimblätter, Gewebe und Organe noch größer ist als bei höhern Tierformen.

Zieht man aus diesen Erörterungen den Schluss, so lässt sich die These vertheidigen: dass die marinen Planarien, oder überhaupt die Turbellarien aus ctenophorenähnlichen Wesen hervorgegangen seien, indem letztere aus der schwimmenden in die kriechende Bewegung übergingen. Ist diese Hypothese richtig, so werden sich vielleicht in

der Abteilung der rhabdocoelen Strudelwürmer, welche nach Hallez eine ähnliche Furchung erleiden wie die Planarien, noch andere gemeinsame Charaktere beider Gruppen, vielleicht auch Uebergangsformen, nachweisen lassen. Möglicherweise ist die von Kowalewsky beschriebene *Coeloplana Metschnikowii* eine solche Mittelform.

III. Verwandtschaftliche Beziehungen der Planarien zu den Nemertinen.

Betreffs der Furchung und Keimblätteranlage scheint es mir für den Augenblick unmöglich, Parallelen und Abweichungen zwischen Planarien und Nemertinen genau festzustellen; denn die Angaben der Autoren über letztere weichen zu sehr von einander ab, als dass man berechtigt wäre alle einschlägigen Angaben für Tatsachen hinzunehmen. Weder über die Bildung des Entoderms, und noch weniger des Mesoderms, noch auch über die Bildung des Rüssels ist man ganz im Klaren.

Und ebensowenig scheint mir darum die Frage beantwortbar, ob man in dem Pilidium oder aber in dem direkten Entwicklungsmodus die Ausgangsform für die Nemertinen, resp. die Vermittlungsform zu den Planarien zu suchen habe.

Wenn aber weder die Entwicklung, noch die Morphologie der einzelnen Organe der Nemertinen zur abschließenden Darstellung gelangt ist, so würde man in einen Zirkelschluss gerathen, wollte man von den Turbellarien aus die Morphologie der Organe bei den Nemertinen beurteilen, um daraus Schlüsse auf die Verwandtschaft beider Gruppen zu machen.

Doch aber ist der Nachweis der nahen Verwandtschaft der Turbellarien mit den Nemertinen wenn auch noch nicht erbracht, so doch bestimmt zu erwarten. In einer von 7 Tafeln begleiteten ausführlichern Abhandlung, welche bereits unter der Presse ist, werde ich auch diese Verhältnisse näher zu erörtern suchen und dabei zugleich Gelegenheit haben, die einschlägige Literatur zu würdigen.

O. Becker, Die Gefässe der menschlichen Macula lutea.

Archiv für Ophthalmologie. 1881, Bd. 27, Abt. 1, S. 1. Mit 1 Tafel.

Die Behauptung von Johannides (Archiv f. Ophth. 1880, Bd. 26, Abt. 2, S. 111), die *Macula lutea* der menschlichen Retina sei Kapillargefäß-frei, was bekanntlich nur für die *Fovea centralis* gilt, hat verschiedene Gegenartikel hervorgerufen. Für jeden Kenner der Retina ist es außerordentlich leicht, an nicht-injicirten gehärteten Präparaten sowol die Kapillaren der Macula, als deren Abwesenheit in der Fovea darzutun. Auch kennen wol die Meisten das entoptische Bild der gefäßfreien Stelle aus dem eigenen Auge. Trotzdem ist es,

wie sich am Schluss zeigen wird, sehr dankenswert, dass früher Nettleship (Ophthalm. hospit. reports 1875. T. VIII, 2. S. 261) u. A. sowie jetzt Becker Injektionspräparate der gefäßlosen *Fovea centralis* abbilden. Das von Letzterem mitgeteilte, in der Würzburger anatomischen Sammlung befindliche Präparat, ist noch von dem verstorbenen H. Müller selbst injicirt und stammt von einem 62jährigen Manne. Die gefäßlose Stelle misst 0,41 mm. in der Länge, 0,31 in der Breite und stellt ein Oblongum mit etwas eingebognen Seiten dar. Zufolge der Abbildung von Nettleship ist die gefäßfreie Stelle nach Leber's (Archiv für Ophthalm. 1880, Bd. 26, Abt. 2, S. 133) Angabe etwa 0,5 groß, und Letzterer fand auf entoptischem Wege 0,42, während Becker an seinen eigenen Augen rechterseits ein Fünfeck von 0,75 Durchmesser, linkerseits ein senkrecht stehendes Parallelogramm ermittelte, dessen vertikale Diagonale 0,47, dessen horizontale 0,31 beträgt. Aehnliche Dimensionen erhielt Becker bei mehreren jungen Männern auf demselben Wege. H. Müller (Gesammelte Schriften S. 108) fand in senkrechter Richtung etwa 0,4, dagegen Johannides bei einem 4jährigen Kinde an einem Gerlach'schen Injektionspräparat 1,02 Länge auf 0,92 Breite in vertikaler Richtung. Der Durchmesser der *Fovea centralis* wurde von Michaelis (Nov. act. acad. Leop. Karol. 1842 T. XIX Abt. 2 S. 1) auf 0,22—0,45, von Kölliker (Gewebelehre, 1867) auf 0,18—0,22 angegeben; derselbe beträgt 0,1 an dem vom Ref. (Allgemeine Anatomie Fig. 93) abgebildeten Durchschnitt durch das Centrum der Fovea und nach M. Schultze's Angabe (Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben 1872 S. 1022) ebenfalls ungefähr 0,2 (vergl. jedoch unten). Die letztere Angabe bezieht sich ausdrücklich auf den Durchmesser des Kreises, in welchem die schmalen Zapfen sitzen, der in physiologischer Hinsicht jedenfalls als die eigentliche *Fovea centralis* angesprochen werden muss. — An dem Henle'schen Durchschnitt (Eingeweidelehre 1873 Fig. 529) würde die Basis des flachen Trichters, welchen die Fovea darstellt, 0,5 Durchmesser haben (dies ist jedoch ein Alkoholpräparat) und an M. Schultze's freilich rein schematischem Durchschnitt sogar 0,9 mm. Hiernach könnte Johannides doch insoweit Recht haben, dass die gefäßfreie Stelle etwa den doppelten Durchmesser der eigentlichen Fovea besitzt. (Ref.)

Die Anzahl der Zapfen auf der gefäßfreien Stelle berechnet Becker zu 13,000, während sie in Wahrheit kaum 9000 und auf der eigentlichen Fovea, deren Durchmesser zu 0,2 angenommen, etwa 4000 beträgt (Ref.); die Region der schmalen Zapfen (0,003) ist nämlich kleiner als 0,2 mm. Gleichwol können mit dieser kleinen Partie wie man weiß nur ein paar Buchstaben gewöhnlichen Drucks gleichzeitig gelesen werden.

Am Rande der gefäßfreien Stelle sind die Maschen des kapillaren Schlingenmaschennetzes nach Becker etwas größer. Bekanntlich

erklärt sich das schlingenförmige Umbiegen der Kapillaren an den Grenzen dieses Areals durch die Annahme, dass die Fovea der Rest der foetalen Augenblasenspalte sei (vergl. meine Allgemeine Anatomie S. 152).

W. Krause (Göttingen).

Der Kampf der Teile im Organismus.

Von

Dr. Wilhelm Roux,

Privatdocenten der Anatomie an der Universität Breslau.

Die Descedenzlehre oder die Lehre von der mechanischen Entwicklung und Vervollkommnung der Organismen hat, wie bekannt, den größten Umschwung in unsrer ganzen Auffassung des Naturgeschehens hervorgebracht und fast alle Wissenschaften, selbst die der unbelebten Natur, mit neuen Gedanken befruchtet. Ein großartiger Fortschritt in der Erkenntniss und die Entdeckung zahlloser neuer Tatsachen sind die Folgen davon gewesen.

Dieser allseitigen fruchtbaren Anregung gegenüber muss es auffallen, dass gerade in derjenigen Wissenschaft, welche, als die Lehre vom Leben selbst, am meisten hätte alterirt und durch neue Gesichtspunkte bereichert werden sollen, dass in der Physiologie ein derartiger Erfolg fast ganz ausgeblieben ist; und es ist noch hinzuzufügen, dass man bei vielen und hervorragenden Vertretern der Wissenschaft trotz der Anerkennung, welche sie der mechanischen Zweckmäßigkeitslehre im Principe zu Teil werden lassen, für die Anwendung und Verwertung derselben im Einzelnen auf ein gewisses Misstrauen und auf einen stillschweigenden aber festen Widerstand stößt.

Es kann nicht ohne Förderung für unsre Erkenntniss sein, den Gründen dieser auffallenden Tatsache nachzugehen.

Dass alle Einrichtungen in den Organismen zweckmäßig wären, hatte längst als feststehender Grundsatz gegolten und hatte der Physiologie von Anfang an als heuristisches Leitprincip gedient; daher konnte der nachträgliche Nachweis der allgemeinen Ursache dieser Zweckmäßigkeit nur in geringerem Maße für sie zu neuen Kenntnissen führen.

Die Physiologie bestrebt sich, die Verrichtungen der einzelnen Teile im Körper, das Einzelgeschehen, qualitativ und ursächlich festzustellen und aus demselben das Geschehen im Ganzen zu reconstruiren. Da aber die heutige Descendenzlehre, indem sie alles blos auf das sich Bewähren des ganzen Organismus und seiner Teile in der Außenwelt bezieht und das organische Geschehen im Organismus dabei als gegeben voraussetzt, nicht das Geschehen an sich erklärt,

sondern blos nachweist, warum bestimmte Arten desselben übrig geblieben sind und in dem allgemeinen Wechsel sich zu erhalten fähig waren, so wird die Physiologie in ihren Specialaufgaben durch diese Erkenntiss nicht wesentlich gefördert. Eine allgemeine Entwicklungslehre, welche dieses leisten, welche der Physiologie bei der Lösung ihrer Aufgaben förderlich sein soll, müsste das Geschehen im Organismus selber, wie es fort und fort beim Aufbaue und bei der Umänderung desselben sich vollzieht, mehr oder weniger zu erklären versuchen und zu vermögen; sie müsste nicht blos ein Princip der Erhaltung von Gegebenem (den Variationen) und dadurch unter Summation ein Princip des Werdens im Großen, sondern des Werdens im Kleinsten, des wirklichen Geschehens sein.

Drittens aber hat der Physiologe auch Veranlassung an der Vollständigkeit und Sufficienz der heutigen Entwicklungslehre zu zweifeln. Denn einmal findet er bei seinen Forschungen so bis in's Kleinste gehende feine zweckmäßige Einrichtungen, für deren Ableitung ihm die Methode der beliebigen Variation und der Auslese durch den Kampf um's Dasein unter den Individuen, so zu sagen, zu grob erscheint; er glaubt nicht, dass dieser Kampf so bis in's feine Detail züchtend zu wirken vermöge. Ob dies berechtigt ist, lässt sich nicht direkt beweisen; denn wir haben kein Urteil über die Variationsgröße, über die Vermehrungszahlen und über die Kampfesintensität, die in der Periode der Bildung dieser Einrichtungen bestanden, und wir kennen auch nicht die Dauer dieser Periode. Es fehlt uns damit jeder Maßstab zur Beurteilung der wirklichen empirischen Leistungsfähigkeit dieser Principien, und auch die Beobachtung der gegenwärtigen Leistungen der Züchtung kann einen solchen nicht abgeben für denjenigen, der an der Vollständigkeit dieser Principien zweifelt; denn im Falle andere noch unbekannte Principien helfend mitwirken, ist der Effekt der ersteren für sich allein nicht zu beurteilen.

Außerdem bringt der Physiologe den Organismus oft in ganz neue, von ihm ersonnene Bedingungen und beobachtet hierbei Abänderungen in den Lebensprocessen, welche in höchst zweckmäßiger Weise auf direkte Entfernung der Schädlichkeit oder auf Beseitigung ihrer Wirkungen hinzielen. Das Gleiche kommt dem Pathologen und dem Arzte täglich vor Augen. Und wenn auch dieses Vermögen der Selbsthilfe des Organismus, oder, um einen einer veralteten Anschauung entsprungenen aber noch üblichen Ausdruck zu gebrauchen, die „Naturheilkraft“ desselben nicht allmächtig ist, so ist sie doch recht beträchtlich, und, was für uns die Hauptsache ist, sie passt sich in ihren zweckmäßigen Wirkungen auf das engste an die specielle Natur der neuen Bedingungen an.

Aber nicht blos Physiologe und Pathologe sehen so den Organismus das neuen Verhältnissen entsprechende Zweckmäßige direkt ohne den Umweg der Auslese im Kampfe um's Dasein hervorbringen,

sondern jeder denkende und beobachtende Mensch hat fortwährend dazu Gelegenheit. Unsere Fähigkeiten Sinneseindrücke aufzunehmen und zu verarbeiten, zu denken, sowie bestimmte und unter sich verschiedene Bewegungsweisen auszuführen, Sicherheit darin zu erlangen, Kraft und Festigkeit in den gebrauchten Teilen zu erwerben, kurz unsere Fähigkeit, geistig und körperlich zu lernen und zu arbeiten, unsere ganze Bildungsfähigkeit und unser Vermögen, zweckmäßig und zweckbewusst zu handeln, bekunden wiederum, dass organische Zweckmäßigkeit im Einzelfall nicht blos durch Auslese im Kampfe der Individuen, sondern fortwährend auf viel näherem Wege entsteht. Die dem zu Grunde liegenden Tatsachen sind auch von den Begründern der Descendenzlehre keineswegs geleugnet oder verschwiegen worden, — dieses beides geschah und geschieht und zwar mit anerkennenswerther Consequenz nur von übereifrigen Jüngern derselben — aber sie haben diese „teleologische Mechanik" Pflüger's nicht erklärt.

Mit diesen Tatsachen glaube ich den Widerstand der Physiologen gegen die heutige Descendenzlehre erklären zu sollen, und man wird sich diesen Bedenken wol anschließen; zudem bin ich in der Lage, dieser Auffassung auch anatomischerseits noch Stützen zu verleihen.

Die der speciellen Funktion auf das Feinste angepasste äußere Gestalt der Knochen und ihre blos die stärksten Druck- und Zuglinien durch Knochensubstanz stützende Struktur sind beide feinere Anpassungen, als ich durch bloße Auslese im Kampfe der Individuen entstanden anzunehmen mich entschließen möchte. Das Gleiche gilt von der Struktur der bindegewebigen und der aus glatten Muskelfasern gebildeten Organe, in welchen die funktionellen Elementarorgane wiederum blos die Richtungen stärkster Leistungsfähigkeit einnehmen, und dasselbe gilt auch von den Wandungen der Blutgefäße, welche blos Abgüsse der natürlichen Gestalt des Blutstrahls selber darstellen, und so mit einem Minimum von Wandungsmaterial und unter der geringsten möglichen Reibung das Blut zu leiten und zu verteilen vermögen. Ferner beweist der Umstand, dass die erwähnte elastische Struktur der Knochen auch nach Knochenbrüchen in einer den neuen statischen Verhältnissen entsprechenden Weise sich ausbildet, und dass bei der Verstärkung eines Organs in Folge stärkerer Funktion, also bei Aktivitätshypertrophie, die Vergrößerung sich blos auf die stärker in Anspruch genommenen Dimensionen des Organs beschränkt und somit nicht einfach durch vermehrte Blutzufuhr zu erklären ist —: alle diese Vorkommnisse beweisen, dass feinste, direkt das Zweckmäßige schaffende Reactionsprincipien im Organismus tätig sind. Man tritt dem Wesen dieses wunderbaren, an ganz neue Verhältnisse aufs Feinste und Zweckmäßigste sich anpassenden Eigenschaften nicht näher dadurch, dass man sagt, sie seien durch die Auslese im Kampfe gezüchtet worden; man kann die Möglichkeit der Züchtung solcher

an sich unverständlicher Principien, welche wir kurz als die Fähigkeit zur funktionellen Anpassung zusammenfassen wollen, nicht beweisen und Niemanden widerlegen, der behauptet, sie seien im Gegenteil teleologischen Ursprungs.

Indem Ch. Darwin und A. Wallace die Entstehung zweckmäßiger Einrichtungen in den Organismen auf die Aussonderung des Unzweckmäßigen durch den Kampf um's Dasein unter den Individuen bezogen, schienen sie die Möglichkeiten, nach denen Zweckmäßiges in den Organismen hervorgebracht werden kann, erschöpft zu haben; denn es ist selbstverständlich, ja eigentlich blos eine Tautologie, dass alles, was dem Ganzen nützen und dadurch erhalten werden soll, sich in dem Kampfe, welchen das Ganze fortwährend zu führen hat, bewähren muss, und dass umgekehrt alles, was in diesem Kampfe nicht nützt aber doch Nahrung beansprucht, entfernt werden muss. Indem aber alle Teile nur in Bezug auf das Ganze zu leben und erhalten zu werden vermögen, schienen in der Tat mit dem Kampfe des Ganzen alle bei der Entstehung des Zweckmäßigen in Betracht kommenden Momente erschöpft zu sein.

Dies ist aber nicht ganz der Fall; denn das Individuum hat sich nicht nur in den äußern Existenzbedingungen zu bewähren, sondern muss sich zunächst in sich selbst erhalten. Dies ist so selbstverständlich, dass jedes Wort darüber vollkommen überflüssig zu sein scheint; denn wenn das Ganze sich nicht in sich selbst zu erhalten vermöchte, so würde es nebst seinen widerstreitenden Teilen sofort zu Grunde gehen, und damit würden die ihm eigenen nachteiligen Qualitäten dauernd aus der Reihe des Lebenden entfernt werden.

Die evidente Selbstverständlichkeit dieser Bedingung ist wol der Grund davon, dass man es unterlassen hat, nachzusehen, was sie eigentlich alles einschließt oder richtiger was sie ausschließt; und das ist es, was wir hier nachholen wollen. Wir werden dabei sehen, dass vieles Beste, was das Individuum besitzt, bereits Vorbedingung der Individuenbildung war, und dass auch auf höherer und höchster Stufe der Organisation Vieles ohne den Kampf der Individuen und in einer höheren Vollkommenheit ausgebildet werden musste, als es diesem Kampfe überhaupt möglich gewesen wäre.

Da das Leben des Individuums nur die Resultante des Lebens seiner Teile ist und diese die eigentlichen Träger des Lebensprocesses darstellen, so ist es nötig, dass zunächst die Teile, jeder an sich, erhaltungsfähig sind, und zweitens, dass sie sich unter einander vertragen, wenn sie überhaupt zu einem in der Außenwelt sich bewährenden Ganzen zusammenzuwirken vermögen sollen. Die Wechselwirkung der Teile aber, welche sich leicht zu einem wirklichen Kampfe steigert, wird wenn möglich, eine noch größere sein, als der Kampf unter Individuen desselben Territoriums, da die Teile des Organismus in viel engerer räumlicher und stofflicher Verbindung unter

einander stehen als diese; und zwar wird die Wechselwirkung um so intensiver sein, je größer und complicirter der betreffende Organismus ist. Dagegen musste auf der niedersten Stufe des Lebens, beim einfachen Plasson, wo der Teil an Beschaffenheit gleich dem Ganzen ist, und also noch gar keine Individualität besteht, der Kampf der Individuen identisch mit dem Kampf der Teile sein.

Ein Kampf der Teile im Organismus ist als zerstörendes Princip längst von den Krankheiten her bekannt, ja es ist vielleicht das älteste biologische Princip überhaupt, von welchem dann erst rückwärts auf die Harmonie als wesentliche Eigenschaft des normalen Lebens geschlossen worden ist. Ebenso ist er als gestaltendes Princip seit Jahrhunderten von den Anatomen erkannt und verwertet worden; denn dieselben erwähnen, dass manche Organe ihre normale Gestalt nur unter Wachstumsbeschränkungen durch Nachbarorgane erlangen. Aber als züchtendes Princip im Organismus ist er neu, und als solcher soll er hier dem Leser flüchtig skizzirt werden[1]).

Wenn wir nun die Art und die Folgen dieses Kampfes schildern, so geschehe dies gleich an einem höhern Organismus. Man muss sich indess erinnern, dass Vieles, was hierbei entwickelt werden wird, in ähnlicher Weise bereits auf den niedersten Stufen der Individualitätenbildung stattgefunden haben muss.

Alles Leben ist ein Process, ein Vorgang, welcher in den niedersten Lebenseinheiten, in den Zellteilen und so innerhalb der Zellen unter Stoffverbrauch sich vollzieht; und wenn Variationen vorkommen, so betreffen sie zunächst diese Teile. Von dem, was unter den höhern Einheiten, den Geweben und den Organen vor sich geht, und durch ihre Wechselwirkung zu Stande kommt, sei hier gleichfalls abgesehen.

Der Stoffverbrauch schließt zur Erhaltung der Organismen ein das Bedürfniss des Ersatzes, d. h. die Aufnahme von Nahrung und ihre Assimilation. Aufnahme und Assimilation bilden das Wesen der fortwährend stattfindenden Regeneration.

Sind nun, was bei der Variabilität alles Geschehens jeder Zeit in höherem oder geringerem Grade vorkommen wird, zwei Nachbarteile gleicher Funktion, etwa zwei Protoplasmateilchen derselben Zelle oder zwei Zellen desselben Gewebes, ungleich in der Weise, dass das Eine rascher Nahrung aufzunehmen und zu assimiliren vermag als das Andere, und geschieht dies in der Periode des Wachstums des Individuums, so wird in der gleichen Zeit dieser Teil größer werden, mehr Nachkommen produciren, als der andere. Es wird also seiner Nachkommenschaft ein größerer Anteil an dem Aufbau des Organismus

1) Das Genauere und besonders das Beweismaterial siehe in: Der Kampf der Teile im Organismus. Ein Beitrag zur Vervollständigung der mechanischen Zweckmäßigkeitslehre von Dr. W. Roux. Leipzig, 1881. Wilhelm Engelmann, VI, 244 S.

zukommen als dem ihm ursprünglich gleich großen anderen. Das Gleiche wird auch stattfinden nach dem Ausgewachsensein bei der physiologischen Regeneration für abgestorbene Zellen; die rascher sich ernährenden Zellen werden unter übrigens gleichen Verhältnissen einen entsprechend größern Anteil am Ersatz der abgestorbenen erlangen als die langsamer sich ernährenden. Ist dabei diese oder eine sonstige Eigenschaft der ersteren Teile zugleich dem ganzen Individuum in seinem Kampfe mit der Außenwelt günstig, so wird der Vorteil derselben durch die größere Ausbreitung gleich ein Ausschlag gebender, und die Eigenschaft ursprünglich blos einer oder weniger Zellen erlangt die Bedeutung einer Bevorzugung des ganzen Individuums, wie andern Falls der Nachteil ein größerer und die ungünstige Variation rascher aus der Reihe des Lebenden eliminirender wird.

Ist dabei wie in größern Organismen gegen Ende der Wachstumsperiode und nach dem Ausgewachsensein auch der Raum beschränkt durch den Druck an den Nachbarzellen, welche alle erst auseinander gedehnt werden müssten, wenn eine Zelle sich größer entfalten will, so wird die ungünstigere Qualität den Nachteil geringerer Regenerationsgeschwindigkeit auch nicht durch längere Dauer der Regeneration in den physiologischen Ruhepausen wieder auszugleichen vermögen, denn der ihr zukommende Raum zwischen den Nachbarzellen ist bereits von der günstiger beschaffenen Substanz zu einem Teile eingenommen worden. Indem sich dies Zurückbleiben fortwährend bei der Regeneration wiederholt, wird ihr Territorium immer mehr verkleinert und schließlich wird die Zelle schwinden. So wird bei Mangel an Raum ein direkter Kampf entstehen, welcher mit der Zeit zur Entfernung des schwächern Teils führt.

Ist dagegen die Nahrungsmenge eine beschränkte, so wird kein Kampf um den Raum stattfinden können; es wird aber innerhalb einer Zelle, welche aus zwei unter einander vermischten, aber ungleich rasch sich regenerirenden Substanzen besteht, Zweierlei stattfinden. Einmal eine direkte Vorwegnahme der Nahrung seitens ‚des Kräftigern, innerhalb derjenigen Strecken, in welchen die Gebiete der direkten molekularen Nahrungsanziehung zweier Nachbarteile in einander übergreifen; dieses gemeinsame Gebiet wird noch beträchtlich vergrößert durch die Ausdehnung des Diffusionsstroms, welcher nach einer Stelle stärkerer Absorption behufs Ausgleichs entsteht. Aber auch abgesehen von dieser direkten, aktiven Beeinträchtigung des Schwächern, welche bei Vermischung beider Substanzen eintreten wird, muss auch ohne solche Vermischung bei Nahrungsmangel die schwächere und daher langsamer assimilirende Substanz mehr leiden als die kräftigere, so dass sie bei längerer Dauer des Mangels unter stetigem Zurückbleiben in der Regeneration schwindet und der kräftigern Nahrung und Raum allein überlässt; infolge dessen werden schließlich blos solche Zellbestandteile und Zellen übrig bleiben, welche am wenigsten

sich zersetzen und mit dem Minimum von Nahrung den Verbrauch zu ersetzen vermögen.

Verbraucht sich in einem Gewebe eine Qualität rascher als die andere bei gleicher Fähigkeit sich zu regeneriren, so muss gleichfalls die erstere auf dem soeben dargelegten Wege vernichtet werden.

Sind aber die Produkte des Stoffswechsels, deren Anhäufung als dem Organismus fremd gewordener Teile stets nachteilig wirkt, in einer Zelle derartig, dass sie weniger leicht durch Diffusion u. s. w. aus der Zelle entfernt werden können, als die entsprechenden Produkte in den Nachbarzellen, so muss die Zelle durch die Anhäufung derselben eine Benachteiligung in ihrer Lebensenergie erfahren, welche zu ihrem Unterliegen in dem geschilderten Kampf führen muss.

Hat eine Zelle oder ein Teil ihres Inhalts zufällig mehr oder weniger die Eigenschaft bei größerm Verbrauch, also auch größerem Bedarf, zu lebhafterer, d. h. kräftigerer und rascherer Nahrungsaufnahme und Assimilation befähigt zu werden, so wird diese Zelle oder dieser Zellbestandteil sich leichter erhalten, als ein anderer, bei welchem die Assimilation unabhängig vom Verbrauche stetig in der gleichen Intensität fortläuft. Es werden also Protoplasmaqualitäten mit einer dem Verbrauche entsprechenden Selbstregulation in der Regeneration über die nicht mit dieser Regulation ausgestatteten den Sieg davontragen.

Es bleiben demnach in dem Kampfe der Teile um Nahrung und Raum blos bestimmte Eigenschaften der Zellen übrig, welche für die letzteren selber und zugleich auch, wie sich aus ihrem Charakter ergiebt, dem ganzen Individuum in seinem Kampfe um Nahrung und Raum Nutzen zu gewähren vermögen. Letzterer Kampf wird indessen aus den so gezüchteten, im allgemeinen dynamischen Sinne erhaltungsfähigsten Substanzen wiederum blos solche auslesen und züchten, welche auch seinem Specialcharakter am vollkommensten entsprechen.

Aendern sich die Umstände, etwa die Nahrung des Individuums, so werden bei der andern Kost andern Zusammensetzungen des Protoplasma die erörterten siegreichen Eigenschaften zukommen, und bei gehöriger Dauer der Nahrungsänderung werden ihr entsprechend innere Umzüchtungen stattfinden.

Haben einige Zellen oder Zellteile die vorhin bereits präsumirte Fähigkeit der Uebercompensation in der Regeneration, also des Wachstums vor anderen ihrer Nachbarschaft voraus, und ist mit derselben zugleich eine etwas größere Widerstandsfähigkeit gegen Druck verbunden, so werden sie die letzteren nicht blos durch Vorwegnahme des Platzes bei der Regeneration benachteiligen, sondern sie unter stärkerm Wachstum aktiv durch Druck zum Schwunde bringen. Ebenso müssen unter Zellen, welchen alle die erwähnten günstigen Eigenschaften eigen sind, diejenigen siegen und schließlich allein übrig bleiben, welche dieselben in höherm Grade besitzen.

Die Beweise des Vorhandenseins der in dem Vorstehenden stets als Vorbedingung vorausgesetzten beiden Eigenschaften der Zellen, durch Druck am Wachstum gehemmt zu werden, sowie in der Aufnahme und Assimilation von Nahrung nicht blos von der Zufuhr, sondern auch von dem eigenen physikalisch-chemischen Zustande abhängig zu sein, und dann die Beweise für die Fähigkeit derselben, um Raum und Nahrung kämpfen zu können und zu müssen, sind in der citirten Specialarbeit beigebracht und daselbst nachzulesen.

In diesem Kampfe der Teile züchten sich noch verschiedene auch dem Ganzen in seinem gleichen Kampfe nützliche Eigenschaften auf einem näheren Wege, ganz ebenso wie das Gleiche durch die Concurrenz der Berufsgenossen jedes Standes in einem Staat, selbst im Kriegerstande, während des Friedens fortwährend geschieht auch ohne das Morden und Schlachten im Großen, ohne den Völkerkrieg.

Wir sehen indess hier von einer vollständigen Vorführung aller dieser Qualitäten ab und erwähnen blos noch eine, welcher eine ganz besondere physiologische und morphologische Bedeutung zukommt insofern als sie es ist, welche die ganzen, oben angedeuteten, wunderbaren Fähigkeiten der direkten Selbstgestaltung des Zweckmäßigen in neuen Verhältnissen bedingt, welche die funktionelle Anpassung auf mechanische Weise hervorbringt.

Viele Zellen werden oft von Reizen, von den funktionellen Reizen getroffen, so Nerven-, Muskel- und Drüsenzellen von den betreffenden Impulsen; Knochen- und Bindegewebe von Zug und Druck. Die Zufuhr solcher lebendiger Kräfte kann nicht ganz ohne Folgen für das Leben der afficirten Teile sein, denn wenn eine Kraft auf irgend etwas übertragen wird, so veranlasst sie darin eine Aenderung seines bisherigen Zustandes.

Es ist nun möglich, dass diese Beeinflussung für die Regeneration mancher Teile einer Zelle oder mancher Zelle eines Gewebes nachteilig ist, dann müssen sie im Kampfe der Teile, wie ausgeführt, unterliegen und verschwinden. Treten dagegen Variationen auf, für deren Regeneration diese Reize, trotz des der Reizung folgenden erhöhten Verbrauchs, förderlich sind, so werden sie diejenigen Variationen, für welche der Reiz in dieser Beziehung indifferent bleibt, verdrängen. Wenn also einmal Substanzen, die durch den funktionellen Reiz trophisch, d. h. zur Ernährung angeregt wurden, aufgetreten waren, so mussten sie die Alleinherrschaft in dem betreffenden Gewebsgebiet erlangen. In höherm Grade durch den Reiz trophisch erregte Substanzen mussten wiederum über nur geringer in dieser Beziehung veränderliche den Sieg davontragen. Ging schließlich die Reizwirkung bis zur Uebercompensation des Verbrauchten, so gehörte diesen Qualitäten die Herrschaft. Andererseits ist verständlich, dass Teile, welche durch gewohnte Reize so hochgradig günstig beeinflusst werden, beim Ausbleiben derselben eine nachteilige Veränderung erfahren müssen, sich

weniger gut, eventuell gar nicht genügend zu regeneriren vermögen. Schließlich ist noch zu erwähnen, dass der Kampf der Individuen aus den so züchtbaren Qualitäten natürlich blos die wenigen erhalten wird, welche zugleich auch in ihm sich zu bewähren vermochten.

Untersuchen wir nun das Verhalten der im letzten Sinne beeinflussten Substanzen etwas genauer und denken uns, um gleich ein Beispiel zu nehmen, einen Knochen von beliebiger äußerer Gestalt und einer aus unregelmäßigem Maschenwerk gebildeten Struktur. Dieser Knochen werde von einer bestimmten Fläche aus gedrückt und pflanze diesen Druck mit einer gleichfalls gegebenen Fläche auf einen andern harten Teil fort, etwa so wie das Schienbein den Druck vom Oberschenkel auf den Fuß überträgt; dabei sei der gegebene Knochen aus einem Gewebe, dessen Bildungszellen die obigen Eigenschaften besäßen, d. h. durch sie treffenden Druck oder Zug zur Ernährung und Knochenbildung angeregt werden, bei Druck- oder Zugmangel gewissen Grades aber keinen Knochen zu bilden vermöchten.

Wird nun dieser Knochen gebraucht, so werden die zufällig in der Richtung des Drucks gelegenen Knochenbälkchen stärker gedrückt, also auch stärker ausgebildet. Das Gleiche gilt von den nur wenig von dieser Richtung abweichenden Balken; die ihnen aufliegenden Knochenbildungszellen werden an den stärker gebrauchten Stellen stärker erregt, daher durch vermehrte Tätigkeit das Bälkchen verdicken und ihm durch Auflagerung an den betreffenden Stellen allmählich die Richtung stärksten Drucks geben. In dem Maße aber, als die in der Hauptdruckrichtung gelegenen Teile stärker ausgebildet werden, müssen sie die anderen entlasten, so dass dieselben nach ihrem physiologischen Schwunde nicht wieder von neuem gebildet werden können. So bleiben schließlich blos die Richtungen stärksten Drucks übrig. Diese sind nach den Gesetzen der Elasticität zwei, von denen die eine immer stärker ausgebildet und in der Richtung der direkten Einwirkung des Drucks gelegen ist, während die andere darauf senkrecht steht. So findet es sich auch in den Knochen des Menschen.

Indem ferner bei Biegungsbestrebungen, wie sie an langen Knochen vorkommen, die äußern Teile des Knochens stärker gespannt werden als die innern, wird in diesen äußern Teilen durch den stärkeren Reiz das Maschenwerk der Balken immer stärker und dichter sich ausbilden, und sobald dies in genügendem Maße geschehen ist, um die innern Teile zu entlasten, so werden diese nicht wieder regenerirt werden können und daher schwinden müssen. So entsteht dann eine, wiederum auch bei unseren länglichen Knochen sich findende, von dichter Knochensubstanz umgebene Markhöhle; und bei diesem Baue sowie bei der obigen Struktur an den Enden leistet nach Theorie und Praxis eine Stütze das Höchste mit dem wenigsten Stützmateriale.

Bei gegebener Druckaufnahme- und Abgabefläche wird, wie am einfachsten an im Verhältniss zu ihrer Dicke kurzen Knochen sich dartun lässt, der Druck sich blos innerhalb gewisser Breite von der einen Fläche zur andern fortpflanzen. Ist der Knochen aber von Haus aus breiter, dicker oder mit seitlichen Vorsprüngen und Kanten versehen, so werden diese sowie alles andere von der Druckübertragung nach außen gelegene Knochenmaterial entlastet, also schwinden, sobald erst innerhalb der Druckübertragung das Gerüst genügend gestützt ist. Eine Aenderung erfährt dies, wenn etwa seitlich Muskeln sich ansetzen, und ihre Kraft von da aus auf den Knochen übertragen; dann bleiben die betreffenden Höcker erhalten und es bildet sich von ihnen aus im Innern ein neues zur Uebertragung dieses Zuges geeignetes Fasersystem, wie dies gleichfalls auch an unseren Knochen deutlichst ausgeprägt zu sehen ist.

Der Knochen erlangt also bei der vorausgesetzten Qualität seiner Bildungszellen die aufs genaueste seiner Funktion angepasste äußere und innere Gestalt, ganz abgesehen davon, welche Gestalt und Struktur er zur Zeit der Uebernahme dieser bestimmten Funktion besaß. Aendert sich die Funktion der Teile des Knochens etwas, wie z. B. nach einem schief geheilten Knochenbruch, so wird sich mit der Zeit auch eine den neuen Verhältnissen entsprechende Struktur ausbilden.

Gebraucht ein Individuum seine Knochen mehr, so werden sie innerlich und äußerlich dicker werden, gebraucht es sie weniger, so wird durch die stärkere trophische Wirkung des stärkern Reizes nach dem physiologischen Schwund, und vielleicht auch unter Beschleunigung desselben, die Regeneration geringer ausfallen und der Knochen in allen seinen Bälkchen dünner werden: das heisst also, jedes überflüssige, nicht im Dienste des Ganzen, von welchem die Netze ausgehen, nötige Material wird erspart.

Was hier für die Knochen gezeigt wurde, gilt, die gleiche Abhängigkeit der betreffenden Gewebe von ihren funktionellen Reizen vorausgesetzt, auch für die Bildungen des Binde-, Nerven-, Muskel- und Drüsengewebes, sie werden alle die ihren Funktionsbedingungen entsprechendste zweckmäßigste Gestalt und Struktur erlangen. Und da Maß und Lokalisation der funktionellen Reize von dem Willenscentrum aus, also von dem zwecktätigen Repräsentanten der Individualität bestimmt wird, so kommen mit dieser Eigenschaft die Teile in die vollkommenste und zweckmäßigste Abhängigkeit von dem Ganzen, indem sie ganz nach dem Gebrauche, welchen dasselbe von ihnen macht, zweckentsprechend ausgebildet, umgebildet oder verkleinert werden.

Da aber der Organismus, wie oben angedeutet, in fast allen seinen Teilen diese Fähigkeiten, die wir als die Fähigkeit zur funktionellen Anpassung zusammenfassten, besitzt, so lässt sich auf Grund dieser in den mannigfachsten Einzelheiten sich bekundenden Identität

der Leistungen und noch aus andern pathologischen Gründen, auch auf eine Identität der Eigenschaften schließen. Es ist daher anzunehmen, dass den Geweben des höhern Organismus in der Tat diese Eigenschaft, durch den funktionellen Reiz bis zur Uebercompensation des unter seiner Einwirkung Verbrauchten angeregt zu werden und beim Ausbleiben dieses Reizes zu schwinden, zukommt; und diese Annahme wird noch verstärkt durch den vorher gelieferten Nachweis, dass derartige Qualitäten, wenn sie einmal in Spuren in einem Gewebe aufgetreten waren, allmählich die Alleinexistenz in demselben gewinnen mussten.

Genauer betrachtet möchten wir freilich diese Wirkung nicht dem funktionellen Reize an sich, sondern dem durch ihn ausgelösten funktionellen Vorgang zuschreiben; doch würde die weitere Begründung dieser Ansicht hier zu weit führen; übrigens hat sie auch blos für die Arbeitsorgane Bedeutung, da bei den Stützorganen, den Knochen und Bändern etc., funktionelle Reizung und Funktion untrennbar mit einander verbunden sind.

Diese Eine Eigenschaft erklärt also die Möglichkeit der Entstehung bisher unerklärbarer Zweckmäßigkeiten auf rein mechanische Weise, und sie tut dies auf einem näheren und zu höherer Vollkommenheit führendem Wege als auf dem des Kampfes der Individuen. Dabei verspricht diese Eigenschaft, da sie fortwährend das organische Bilden, das eigentliche Geschehen als eine der Componenten beeinflusst und dasselbe an die uns schon jetzt mehr oder weniger bekannten Vorgänge der Reizung anknüpft, auch der Physiologie, als der Lehre von diesem Geschehen, besonders aber der Morphologie, als der Lehre vom Bilden im Speciellen dereinst eine bessere Hülfe zu gewähren, als dies die bisherige, blos auf den Kampf um die äußeren Existenzbedingungen gegründete Descendenzlehre vermag.

P. Grützner, Zur Physiologie der Harnsecretion.

Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XXIV., S. 441 — 466, mit 1 Tafel.

C. Ludwig stellte eine rein physikalische Theorie der Harnabsonderung auf, nach welcher durch die Wand der Malpighi'schen Gefäßknäuel und das Kapselepithel hindurch der Harn mit allen seinen Bestandteilen aus dem Blute durch Filtration in den Kapselraum abgeschieden und das ursprünglich sehr wasserreiche Excret in den Harnkanälchen durch Diffusion gegen die dieselben umspülende Lymphe allmählich concentrirt wird. Dagegen verlegte die Bowman'sche Theorie in die Gefäßknäuel nur die Ausscheidung des Wassers und allenfalls der Salze, während sie die Absonderung der übrigen Harnbestandteile einer specifischen Tätigkeit der Epithelien in den (ge-

wundenen) Harnkanälchen zuschrieb. Letztere Anschauung hat die Mehrzahl der Physiologen für sich gewonnen (Vgl. Heidenhain, Die Harnabsonderung in Hermann's Handbuch der Physiologie. Bd. V. T. I. p. 279—373).

Für die Bowman'sche Theorie spricht unter anderem die Beobachtung, dass nach Injektion einer Lösung von indigblauschwefelsaurem Natrium in das Blut lebender Tiere die Epithelien und der Inhalt der gewundenen Kanälchen sich blau gefärbt zeigen, während die Gefäßknäuel ungefärbt bleiben (Heidenhain, Arch. f. mikroskop. Anat. X., 30; 1874; Pflüger's Archiv IX., 1. 1875. Litten, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1880 No. 9). Neuerdings sahen Pautinsky (Arch. f. pathol. Anat. 79, 393. 1880) und Henschen (Om indigosvafvelsyradt natrons afsöndring in jurarne. Akad. afhandling. Stockholm 1879) bei Injektion sehr großer Mengen der Farbstofflösung eine Färbung des Kapselraums eintreten und Henschen (l. c.) beobachtete dieselbe auch bei Einführung geringerer Mengen, wenn die Tiere sofort nach der Injektion getötet wurden. Henschen, welcher der Ludwig'schen Theorie anhängt, nimmt die Ausscheidung des indigoschwefelsauren Natriums durch die Gefäßknäuel an und erklärt die Färbung der Epithelien der Nierenkanäle durch teilweise Wiederaufnahme des ausgeschiedenen Farbstoffs. Nach den Versuchen, welche Vf. mit M. Chotzen und B. Wendriner angestellt hat, tritt eine Färbung der Kapseln ein: 1) wenn man innerhalb möglichst kurzer Zeit (20 — 40 Sek.) mindestens 18 gr. 1% Lösung des Farbstoffs auf 1 Ko. Tier in das arterielle System einspritzt. (Wird das Tier nicht sofort getödtet, so verschwindet die Färbung schnell). 2) Bei langsamerer Injektion nur, wenn der Blutdruck herabgesetzt und namentlich die Cirkulation in den Nieren gestört und die Wandung der Nierengefäße alterirt ist durch verschiedene Gifte, Blutverlust, Unterbindung der *Vena renalis*, der Ureteren). Wahrscheinlich tritt hier eine Zerreißung der Gefäßknäuel ein, welche den Eintritt des Farbstoffs in die Kapsel gestattet. Die unter diesen Verhältnissen auftretenden Bilder ähneln den von Chrzonszczewski (Arch. f. pathol. Anat. 31, 189) nach Injektion von Karminlösungen erhaltenen, welche nach Vf. stets eine Alteration der Gefäßwand herbeiführen; auch geht das Karmin stets in den Speichel über, das indigblauschwefelsaure Natrium nur bei gestörter Cirkulation.

Nach G. lassen obige Versuche keinen Schluss auf die normalen Vorgänge in der Niere zu und beweisen nichts gegen die Bowman'sche Theorie der Harnbildung.

Bemerkungen über die bei Cirkulationsstörungen auftretende Albuminurie, sowie über die Ausscheidung von Fett und Haemoglobin durch die Nieren unter verschiedenen Verhältnissen schließen obige Abhandlung. **E. Herter** (Berlin).

Charles A. Mac Munn, Ueber die Farbstoffe des menschlichen Harns und ihre künstliche Darstellung aus Bilirubin und Hämatin.

Proc. Royal Soc. N. 206, p. 11 und 208, p. 206. Mit Spektraltafeln.

Man hat gute Gründe anzunehmen, dass die Gallenfarbstoffe (Bilirubin etc.) vom Blutfarbstoff abstammen, und dass auch die Harnfarbstoffe in genetischer Beziehung zu obigen Pigmenten stehen. Im menschlichen Harn lehrte Jaffé das Urobilin kennen, welches sich besonders reichlich bei Fieberkranken und zwar nur zum Teil im freien Zustande, zum Teil gebunden in einem Chromogen vorfindet. Dieses Urobilin scheint identisch mit dem Hydrobilirubin (C_{32} H_{40} N_4 O_7), welches von Maly durch Behandlung von Bilirubin (C_{32} H_{36} N_4 O_6) erst mit Natriumamalgam, dann mit Salzsäure, sowie von Hoppe-Seyler durch Behandlung von Hämoglobin oder von Hämatin (C_{68} H_{70} N_8 Fe_2 O_{10}) mit Zinn und Salzsäure erhalten wurde. Das Hydrobilirubin wird, entsprechend obiger Darstellung, allgemein als ein Reduktionsprodukt angesehen, dagegen hält Verf. es für das Produkt einer nachträglich an der Luft eintretenden Oxydation. Mac Munn unterscheidet mehrere Urobiline, welche verschiedene Oxydationsstufen darstellen sollen.

1) „*Normales Urobilin*“, welches er mit Choletelin (C_{16} H_{18} N_2 O_6), dem letzten charakteristischen Oxydationsprodukt des Bilirubin identificirt, und welches er auch durch Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd auf Hämatin erhielt.

2) „*Febriles Urobilin*“, eine niedrigere Oxydationsstufe, Urobilin Jaffé, Hydrobilirubin Maly.

Der in geringen Mengen im Blutserum enthaltene Farbstoff, in welchem eine Quelle des Harnfarbstoffs zu vermuten ist, wurde von Thudichum für Lutein, von Maly für Hyrobilirubin gehalten; Verf. identificirt ihn mit Choletelin und lässt ihn in den Nieren zu den Chromogenen der Urobiline reducirt werden.

Das Original enthält reiche Details, unter anderm wertvolle spektroskopische Beobachtungen, welche hier nicht mitgeteilt werden können; insofern des Verf. Angaben den bisherigen Forschungsresultaten, namentlich den Analysen Maly's widersprechen, bedürfen sie tieferer Begründung, besonders durch analytische Beläge.

Außer dem Verhalten der Urobiline beschreibt Verf. dasjenige zweier anderer Harnfarbstoffe, das des Urolutein (Thudichum) und des Urohämatin, welches er bei Rheumatismus im Harne fand und durch Reduktion von Hämatin künstlich darstellte.

E. Herter (Berlin).

Cuboni und Marchiafava. Neue Studien über die Natur der Malaria.

Arch. f. experiment. Path. und Pharm. Bd. XIII Heft 3—4. p. 265—280.

Ausgehend von den bekannten Angaben von Klebs und Tommasi-Crudeli über einen Organismus von der Gattung Bacillus, den diese Autoren im Erdboden malarischer Gegenden gefunden haben und durch den sie an Tieren Fieber von dem deutlichen Charakter des Wechselfiebers zu erzeugen vermochten, haben die Verff., Assistenten Tommasi-Crudeli's am pathologischen Institut zu Rom, die Beantwortung dreier Fragen unternommen, die für die Beurteilung der Rolle, welche der Bacillus bei der Malariainfektion spielt, von entscheidender Wichtigkeit sind: 1) Ob in den malarischen Erdbodenarten der *Bacillus malariae* constant vorkommt, ob in denselben während der Sommerzeit dessen verschiedene Entwicklungsstadien von der Spore bis zum sporenbildenden Bacillus zur Entfaltung gelangen, und bis zu welcher Höhe er über den Boden in die Atmosphäre aufsteigen kann.

2) Ob die malarische Infektion vom Menschen auf Tiere mittels des Bluts übertragbar ist?

3) Ob im Blute der malarisch fiebernden Menschen Mikroorganismen vorkommen, und wenn ja, ob sie mit den bereits beschriebenen Beziehung haben oder nicht?

Zur Entscheidung der ersten Frage wurden in Ostia, während dort Malaria herrschte, eine große Anzahl von Schlamm- und Wasserproben dem dortigen Teiche entnommen. Sowol im Wasser als auch im Schlamm wurde eine große Anzahl von Bacillen gefunden, die mit den von Klebs und Tommasi-Crudeli beschriebenen vollkommen identisch sind. Auf gleiche Weise entnommene Proben in malariafreien Gegenden zeigten keine Spur von Bacillen. Dass letztere sich auch in die Luft zu erheben vermögen, ergab sich daraus, dass der den Beobachtern von der Stirn triefende Schweiss die Parasiten enthielt. Die mit der Erde malarischer Gegenden in gekochtem Harn angestellten Kulturversuche ergaben stets positive Resultate.

Die Untersuchungen zur Entscheidung der zweiten Frage haben zu keinem definitiven Resultat geführt. Während Klebs und Tommasi-Crudeli die Uebertragbarkeit der Malariainfektion auf Tiere durch Injektion malarischer Erden und isolirter Bacillen festgestellt haben, gelang es den Verff. nicht, durch Injektion des Bluts malariakranker Menschen entweder unter die Haut oder in die Peritonealhöhle oder in die Trachea von Hunden unzweideutige Intermittensanfälle zu erzielen. Bei einem Kaninchen erhielten sie eine Kurve, die sie für beweisend anzusehen geneigt sind. Hier war zur Einspritzung die verdünnte Milzpulpa eines an Febris perniciosa comatosa verster-

benen Mannes benutzt worden. Trotz dieser sehr zweifelhaften Versuchsergebnisse sehen die Verff. die Uebertragbarkeit der Malaria durch das Blut für „sehr wahrscheinlich“ an.

Zur Untersuchung des Bluts malariakranker Menschen wurde das Material entweder aus einfachen Einschnitten der Haut oder aus Venen oder aus den venösen Sinus der Milz gewonnen, natürlich mit Beobachtung aller nötigen Cautelen. Das Blut wurde lange Zeit hindurch während der Akme und des Abfalls des Fiebers, später während des Kältestadiums entnommen. Das letztere Verfahren ist nach Analogie des von Febris recurrens Bekannten jedenfalls das richtigere. In den Fällen ersterer Art fanden sich constant im Blute rundliche, das Licht stark brechende, lebhaft oscillirende Mikroorganismen, welche die Vff. zu den beweglichen Sporen, aus denen sich die Bacillen entwickeln, in nähere Beziehung bringen. „Nicht gar selten“ wurden auch kleine Bacillusformen mit oder ohne Sporeninhalt wahrgenommen. Abgesehen von letzterer Tatsache halten die Vff. den Umstand, dass sich im Blut keine ausgebildeten Bacillen, sondern nur Sporen finden, für keinen Einwand gegen die Klebs-Tommasi'sche Theorie. — Während des Kältestadiums fanden sich im Blute Schistomyceten, welche die Vff. für identisch mit den beschriebenen Bacillusformen halten, die sich aber auch im Blute nicht malariakranker Spitalspatienten — allerdings in geringerer Menge — zeigten. Aus letzterer Tatsache leiten die Vff. ebenfalls keinen Einwand gegen die von ihnen verteidigte Theorie ab, da sehr wol anzunehmen sei, dass in Malariagegenden viele Menschen inficirt seien, ohne dass bei ihnen die Krankheit zum Ausbruch kommt, indem die normal funktionirenden Nieren keine Einmischung der Parasiten gestatten. — In einem Nachtrag wird ein Brief des Dr. Lanzi an Tommasi-Crudeli mitgeteilt, in welchem derselbe angiebt, dass er in den Blutproben, die er Malariakranken während des Frostes entnommen hat, stets die von Klebs und Tommasi beschriebenen Mikrophyten gefunden habe, und zwar scheine die Menge derselben im geraden Verhältniss zur Intensität des Frostes zu stehen. In einem zweiten Nachtrage teilt Klebs mit, dass Prof. Peroncito (Turin) bei seinen Studien zu folgendem Resultat gelangt ist: Während des Kältestadiums des Fiebers und während der letzten Stunden der Intermission enthielt das Blut der Malariakranken sporenhaltige Bacillen, welche den von Klebs und Tommasi-Crudeli abgebildeten ähnlich sind. Auf Grund dieser Resultate sieht Klebs es als unzweifelhaft an, dass der *Bacillus malariae* das eigentliche Wesen der in Rede stehenden Krankheit darstellt und dass die Aufeinanderfolge der Symptome der biologischen Entwicklung der Mikrophyten entspricht.

G. Kempner (Berlin).

Fruchtbarkeit der Yakbastarde.

Im landwirthschaftlichen Institut der Universität Halle ward am 6. Juli von einem weiblichen Yakbastard ein Kuhkalb geboren, dessen Vater der Shorthonrasse angehört. Das kräftige, gut gebildete Kalb ist von brauner Farbe, ohne alle Abzeichen, und lässt besonders in der Haarbildung den Einfluss des Yakbluts deutlich erkennen. Die Tragezeit währte 271 Tage. — Ist damit die Fortpflanzungsfähigkeit der weiblichen Yakbastarde bei Anpaarung (d. h. Paarung mit einem Tiere, welches einer oder der andern Art der Stammeltern angehört) bestätigt, so scheinen dagegen die Bastarde bei Paarung unter sich nicht fruchtbar zu sein. Diese vollzieht sich stets sehr leicht und sicher, blieb aber bis jetzt bei 16 Versuchen resultatlos. Nach Berichten aus dem Heimatsgebiete des Yak sollen männliche Bastarde auch bei Anpaarung unfruchtbar sein, was durch die hiesigen Erfahrungen bestätigt wird. — Eine Verwandtschaft des Yak mit unserm Hausrinde, wie sie von manchen Seiten vermutet wurde, ist sonach nicht vorhanden, *Bos grunniens* und *B. taurus* sind vielmehr nach dem Ergebniss unserer Versuche sicher specifisch verschieden.

J. Kühn (Halle a/S.)

54. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte.

Vom 18.—24. September 1881 in Salzburg.

Geschäftsführer: Die Herren Dr. Güntner, Dr. Kuhn.

Die Teilnahme nichtdeutscher Gelehrter an der Versammlung ist sehr erwünscht. — Die Versammlung besteht aus Mitgliedern und Teilnehmern. Mitglied mit Stimmrecht ist nur der Schriftsteller im naturwissenschaftlichen und ärztlichen Fache. Teilnehmer ohne Stimmrecht können alle Freunde der Naturwissenschaften sein. — Die Aufnahmekarten (12 M.) berechtigen zum unentgeltlichen Empfange einer Damenkarte. Dringend gewünscht wird Vorausbestellung der Wohnungen (durch Vermittlung des Herrn kais. Rat Spängler, Mozartplatz 4, Salzburg).

Bisher angemeldete Vorträge für die allgemeinen Sitzungen.

1. (18. Sept.) Geheimrat von Pettenkoffer (München): „Der Boden und sein Zusammenhang mit der Gesundheit des Menschen.
2. (21. Sept) Geh. Hofr. Weismann (Freiburg i/B.): Thema vorbehalten.
   Regierungsrat Meynert (Wien): „Gesetzmäßigkeit des menschlichen Denkens und Handelns.“
3. (24. Sept.) Regierungsrat Ritter v. Oppolzer (Wien): „Ist das Newton'sche Attraktionsgesetz zur Erklärung der Bewegungen der Himmelskörper ausreichend und hat man Veranlassung, dasselbe nur als Näherungsausdruck zu bezeichnen?“
   Regierungsrat Mach (Prag): „Der naturwissenschaftliche Unterricht.“

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **15. August 1881.** **Nr. 9.**

Inhalt: **Kraus**, Ueber Wasserverteilung in der Pflanze. — **Stahl**, Ueber den Einfluss der Lichtintensität auf Struktur und Anordnung des Assimilationsparenchyms. — **Preiss**, Beobachtungen an der Membrana Descemetii. — **Haeckel**, Metagenesis und Hypogenesis von Aurelia aurita. — **Janke**, Die Vorausbestimmung des Geschlechts beim Rinde. — **Exner**, Die Frage von der Funktionsweise der Facettenaugen. — **Biedermann**, Ueber mechanische, thermische und chemische Nervenreizung. — **Stieda**, **Wölfler**, Untersuchungen über die Entwicklung der Blutgefässdrüsen.

G. Kraus, Ueber Wasserverteilung in der Pflanze.

I. u. II. Heft. Halle, M. Niemeyer 1879—1880.

Eine der wesentlichsten Lebensbedingungen auch für die Pflanze ist das Wasser. Nicht nur dient es als Lösungsmittel der Nährstoffe, welche aus dem Boden genommen werden, sowie zur Fortleitung dieser Substanzen im Pflanzenkörper; es durchtränkt auch alle Gewebe und deren Teile, und die Wachstumserscheinungen sind von demselben abhängig. Wenn die Pflanze im Allgemeinen so wasserreich ist, dass das Wasser den bedeutendern Gewichtsteil jedes Pflanzenteils ausmacht, so ist doch der Wassergehalt wegen der verschiedenen Imbibitionsfähigkeit der Teile sehr verschieden. Ferner wechselt in einem und demselben Organ auch zu verschiedenen Zeiten der Gehalt an Wasser, da Strömungen nach und von ersterm stattfinden.

Die beiden Hefte der Kraus'schen Arbeit bieten ein reiches Beobachtungsmaterial in Zahlen. Ohne die Durchsicht der Tabellen ist natürlich kein vollständiger Ueberblick über die Ergebnisse zu gewinnen, doch soll versucht werden das Wichtigste ohne dieselben mitzuteilen.

Der Wassergehalt der Pflanzen und Pflanzenteile wurde einfach durch Verlust beim Trocknen bestimmt.

1. Kapitel. Verteilung des Wassers im wachsenden Spross und Internodium.

Wachstum findet nur in Pflanzenteilen statt, welche mit Wasser imbibirt sind. Dies Gesetz wurde von Sachs in folgende Worte gefasst: Wachstum wird überall erst durch die Imbibition und den Turgor vorbereitet und die dadurch hervorgerufenen Spannungen der Molecularkräfte sind es, welche die Einschiebung neuer fester Partikel ermöglichen.

Für den wachsenden Spross bestätigt Kraus dies durch Zahlen, aus denen sich folgende Sätze ergeben:

1) In einem wachsenden Spross oder Internodium steigt der procentische Wassergehalt von den jüngsten Internodien in den älter werdenden continuirlich bis zu einem Maximum um dann allmählich wieder zu sinken.

2) Die Steigerung des procentischen Wassergehalts findet so lange statt, als die Teile wachsen; erst mit dem Aufhören des Längenwachstums nimmt der relative Wassergehalt ab.

3) Jedes Internodium nimmt von Anfang seines Wachstums bis zum Ende desselben an Wasser procentisch zu, ist mit Beendigung des Längenwachstums am wasserreichsten und nimmt nachher erst an Trockensubstanz zu.

Ergänzt werden diese Untersuchungen durch Nachforschung, ob die verschiedenen Gewebeformen, Rinde, Holz, Mark, sich beim oben geschilderten Verhalten des Internodiums gleich verhalten. Es ergab sich:

4) Der Gang des Wassergehalts, wie er im Vorhergehenden für das ganze Internodium gefunden wurde, gilt auch für die einzelnen Gewebe, Rinde und Mark.

2. Kapitel. Das Wasser bei geotropischen und heliotropischen Krümmungen.

Ueber die Wasserverteilung bei geotropisch gekrümmten Organen existiren widersprechende Angaben. Da die Erscheinungen des Geotropismus und Heliotropismus noch immer rätselhafte sind, so ist die Erforschung aller dabei zu berücksichtigenden Verhältnisse von größtem Interesse, wenn auch die Erklärung dadurch noch nicht herbeigeführt wird. Kraus findet in Bezug auf die Wasserverteilung folgendes:

In negativ geotropisch gekrümmten Organen ist an der Krümmungsstelle der Wassergehalt auf der Unterseite (convexen Seite) größer als auf der Oberseite (concaven). In den negativ gekrümmten Teilen ist die unterseitige Rinde wasserreicher als die oberseitige; die untere Markhälfte wasserreicher als die obere. In nicht mehr krümmungsfähigen Organen findet gleichwol eine ungleiche Wasserverteilung zu Gunsten der Unterseite statt.

Für die positiv geotropischen Organe gelten die Sätze:

In ganzen ungekrümmten Wurzeln ist nach einigen Stunden der Wassergehalt der Unterseite größer, als der der Oberseite. In der krümmungsfähigen Stelle einer jungen, eben gekrümmten Wurzel ist der Wassergehalt der Ober- (convexen) seite größer, als der der Unterseite (concaven). In der krümmungsfähigen Stelle einer Wurzel findet vor Eintritt der Krümmung eine ungleiche Verteilung des Wassers zu Gunsten der Oberseite statt.

Bei heliotropisch gekrümmten Organen enthält die Schattenseite mehr Wasser, als die Lichtseite. Diese ungleiche Verteilung zu Gunsten der Schattenseite findet schon vor Eintritt der Krümmung statt. Sie spricht sich auch in den einzelnen Geweben aus.

3. Kapitel. Ueber das Verhalten des Wassers bei der Rindenspannung.

Die nun folgenden Versuche sollen erforschen, ob eine Beziehung des Wassergehalts der Baumrinden zu den täglichen Spannungsänderungen statthat. Zunächst wurde gefunden, dass mit der Veränderung der Rindenspannung während des Tags eine Veränderung des Wassergehalts der Rinde gleichlaufend einhergeht: der höhern Spannung entspricht ein höherer Wassergehalt der Rinde. Die Annahme, dass durch das eintretende Wasser eine radiale Schwellung, ein Dickerwerden der Rinde und damit eine Verdickung des Stammes einträte, wurde durch genaue Dickenmessungen bestätigt. Die Bäume zeigen während des Tags einen wechselnden Stammdurchmesser; der Durchmesser der Stämme sinkt vom frühen Morgen bis Nachmittag, um gegen Abend wieder zu steigen. Die Dimensionsänderungen finden in allen Jahreszeiten statt; bei Laub- und Nadelbäumen, bei ersteren im belaubten und unbelaubten Zustand. Es ist also erstlich nachgewiesen, dass die Baumrinden während ihrer täglichen Spannungsperiode einen damit coincidirenden veränderlichen Wassergehalt und mit Erhöhung der Spannung und des Wassergehalts einen variablen Dickendurchmesser zeigen. Bedingt sind diese Erscheinungen nun durch die Wasserzufuhr zum Holz. Dies wurde durch Versuche nachgewiesen, in denen abgeschnittene Aeste unten auf einige Centimeter entrindet und mit dem entrindeten Ende, nachdem Astgewicht und Spannung constatirt war, bei möglichst constanter Zimmertemperatur in Wasser gestellt wurden. Es zeigte sich, dass die Aeste durch das Holz Wasser aufgenommen und ihre Rindenspannung vermehrt hatten.

Die Temperatur hat einen ändernden Einfluss auf Spannung und Wassergehalt der Rinde. Baumäste nehmen in höherer Temperatur an Spannung, Dickendurchmesser und Wassergehalt der Rinde zu. Diese Veränderungen finden statt, ohne dass der Holzdurchmesser sich wesentlich ändert, und ohne dass das Gesammtwasser der Aeste ver-

mehrt wird, woraus von selbst folgt, dass das in die Rinde getretene Wasser aus dem Holz stammt. Temperaturerhöhung treibt Wasser aus dem Holz in die Rinde.

Der Zellsaft und seine Inhalte.

Der Saft verschiedener Pflanzen wurde durch Zerschneiden, Zerreiben und gelindes Auspressen der Pflanzenteile erlangt. Vom filtrirten Saft wurde dann das specifische Gewicht bestimmt. Was die Inhaltsstoffe betrifft, so wurde in erster Linie der Zucker quantitativ bestimmt. Weiter wurde annähernd der Eiweißgehalt und der Säuregehalt festzustellen gesucht. Das spec. Gew. der Säfte aus Stengeln ist relativ niedrig. Es schwankt zwischen 1,03 und 1,0059. Sehr inhaltsarm sind also die Stengelsäfte im Vergleich zu dem Saft reifer Früchte, welche ein spec. Gew. von 1,080 (Beeren von *Lonicera tatarica*) und 1,050 (Johannisbeeren) zeigten. Zuckerrübensaft zeigt ein spec. Gew. von 1,0572 bis 1,0744. Die im ersten Heft mitgeteilten Angaben haben gelehrt, dass der Wassergehalt von den jüngsten zu den ältern Internodien sich steigert um nach Beendigung des Längenwachstums zu sinken.

Es zeigt sich nun, dass der Zellsaft von den jüngern nach den ältern Internodien an Concentration abnimmt, um gewöhnlich später wieder etwas zu wachsen. Das Wachstum der Zelle geht mit einer fortschreitenden Verdünnung des Zellsafts, mit einer fortwährend überwiegenden Aufnahme von Wasser Hand in Hand. Wie verhalten sich nun dabei die einzelnen Stoffe, welche im Zellsaft gelöst sind?

Das gelöste Eiweiß nimmt mit dem Wachstum und Alter des Internodiums relativ ab. Ebenfalls nehmen die freien Säuren ab. Die Acidität des Safts ist in den jüngsten sichtbaren Internodien am größten, sie nimmt ab, solange die Internodien wachsen. Die absolute Menge freier Säuren vergrößert sich beim Wachsen, es müssen also im wachsenden Spross fortwährend Säuren gebildet werden.

Der relative Zuckergehalt nimmt im wachsenden Stengel eine Zeitlang zu, erreicht ein Maximum und sinkt dann wieder. Da der Zellsaft beim Steigen des Zuckergehalts an Concentration zunimmt, so folgt, dass auch eine absolute Zunahme im wachsenden Internodium stattfindet, dass im wachsenden Internodium eine Zeitlang mit steigender Geschwindigkeit Zucker gebildet wird. Was die Beziehung des relativen Zuckermaximums im Spross zum Wachstumsmaximum betrifft, so geht aus den Versuchen hervor, dass ersteres ansehnlich unter dem letztern liegt, also das Sinken des Wachstums nicht vom Sinken des Zuckergehalts abhängen kann.

Von besonderm Interesse sind auch in diesem zweiten Heft die Untersuchungen über die Veränderungen des Saftgewichts bei einseitigen Wachstumsvorgängen im Spross. Die Resultate sind folgende:

1) In geotropisch gekrümmten Stengeln ist der Zellsaft auf der

untern (convexen) Seite specifisch leichter, minder concentrirt, als auf der obern (concaven). Er ist auf der Unterseite procentisch ärmer an Zucker und freier Säure. Die Zucker- und Säureabnahme auf der Unterseite ist nicht blos relativ, sondern eine absolute. Es wird auf der Unterseite beim Krümmungsvorgang Zucker und freie Säure verbraucht.

2) Die geringere Concentration des Zellsafts auf der Unterseite ist schon in ungekrümmten horizontal liegenden Sprossen nachweislich.

3) Es werden nicht nur gelöste Stoffe auf der Unterseite verbraucht, sondern es findet auch eine Wanderung von Wasser aus der Ober- in die Unterseite statt.

4) Während der Zeit, wo eine Wasserwanderung stattfindet, ist auch eine absolute Vermehrung des Zuckergehalts der Unterseite nachweislich. In derselben Zeit der Zuckervermehrung ist häufig, aber nicht immer eine absolute Verminderung des Säuregehalts der Unterseite zu erweisen gewesen.

5) Horizontal gelegte Stengel oder Stengelstücke werden in kurzer Zeit zuckerreicher, als gleichgebildete senkrecht stehende; beim Niederlegen der Stengel hebt sofort Zuckerbildung an. Bei der Einleitung der geotropischen Krümmungen verschwindet zugleich freie Säure aus dem Zellsaft.

6) In krümmungsunfähigen Stengeln findet gleichfalls eine Wasserwanderung zur Unterseite und eine Verminderung der absoluten Zuckermenge unterseits statt.

7) Bei heliotropischen Krümmungen sind die Verhältnisse ganz ähnlich.

Auch hier wird schon vor der Krümmung eine ungleiche Wasser- und Zuckerverteilung eingeleitet, ist ferner nach der Krümmung vorhanden und bleibt auch bei krümmungsunfähigen Stücken nicht aus.

Verf. unterwarf schließlich die Erschütterungskrümmungen in Bezug auf die dabei auftretenden Stoffänderungen der Untersuchung.

Schüttelt man einen frischen wachsenden Spross einer Kraut- oder Holzpflanze in der bekannten Art, so dass er sich bogenförmig mit überhängendem Gipfel krümmt, dann ist sofort die Concentration des Zellsafts auf der concaven und convexen Seite nicht mehr gleich; der Saft auf der convexen Seite ist concentrirter geworden, als auf der concaven. Die Concentration ist durch einen wesentlich höhern Zuckergehalt bedingt. Es lässt sich nun nachweisen, dass der Zucker eine Neubildung im Moment der Erschütterung der Pflanze ist. Blattstiele sowie Blattflächen zeigen das gleiche Verhalten, selbst in verholzten und verkorkten Zweigen scheint das gleiche aufzutreten. Letztere Versuche zeigen, dass die Zuckerbildung nicht notwendig an die Krümmung gebunden ist; auch ohne dass eine merkliche bleibende Beugung hervortritt, wird durch die Bewegung Zucker erzeugt. Mit der Zuckerbildung ist häufig ein Verschwinden freier Säure aus dem Zellsaft nachzuweisen. **A. Hansen** (Erlangen).

E. Stahl, Ueber den Einfluss der Lichtintensität auf Struktur und Anordnung des Assimilationsparenchyms.

Bot. Zeitung 1880 Nr. 51, S. 868—874.

Verf. stellte sich gelegentlich seiner Untersuchungen über Gestalt- und Ortsveränderungen der Chlorophyllkörner unter dem Einflusse verschieden intensiven Lichts die Frage nach den nähern Beziehungen zwischen diesen physiologisch hochinteressanten Erscheinungen und der Blattstruktur selbst. Die ausführliche Antwort einer spätern Publikation vorbehaltend, teilt er vorläufig einige Hauptresultate seiner diesbezüglichen Untersuchungen mit.

Das grüne Parenchym der flachen Laubblätter der Dicotylen und vieler Monocotylen zeigt zweierlei charakteristische Zellformen. Der größte Längsdurchmesser der einen steht senkrecht zur Blattfläche — Pallisadenparenchym — bei den andern liegt der größte Durchmesser in der Richtung der Blattfläche selbst — Schwammparenchym. Zwischen beiderlei Zellen besteht aber noch ein weiterer Unterschied. Anknüpfend an ältere Beobachtungen hat Stahl in einer gründlichen Untersuchung „Ueber den Einfluss von Richtung und Stärke der Beleuchtung auf einige Bewegungserscheinungen im Pflanzenreiche“ (Bot. Zeitg. 1880 Nr. 18—24) unter Anderm gezeigt, dass die Anordnung der Chlorophyllkörner in den Zellen des Schwammparenchyms von der Intensität der Beleuchtung abhängt. Bei intensiver Beleuchtung liegen die Chlorophyllkörner denjenigen Zellwänden an, welche zur Blattfläche senkrecht verlaufen und kehren hierbei, als halbinselförmige Körper, dem einfallenden Lichte ihre Kante zu, befinden sich in der Profilstellung. Bei schwacher Beleuchtung dagegen rücken die Chlorophyllkörner aus der beschriebenen Lage an diejenigen Wände hinüber, welche der Blattfläche parallel verlaufen, kehren dann ihre Fläche gegen das einfallende Licht, zeigen die Flächenstellung. In den Pallisadenzellen finden bei wechselnder Beleuchtungsintensität derartige Wanderungen der Chlorophyllkörner nicht statt; die letztern verbleiben hier stets an den zur Blattfläche senkrecht gerichteten Wänden, also in der Profilstellung. Sie sind jedoch im Stande, ihre Gestalt zu verändern, indem sie sich bei intensiver Beleuchtung abflachen, bei schwächerer in den Innenraum der Zelle vorwölben.

Pallisadenzellen und flache Parenchymzellen reagiren also auf wechselnde Lichtintensitäten in verschiedenem Grade. Jede solche Reaktion wird mit einem Kraftaufwand, den die betreffende Zelle zu leisten hat, verbunden sein. Die Anordnung der beiderlei Zellformen in den Laubblättern zeigt nun das offenbare Bestreben der Pflanze, diesen Kraftaufwand möglichst zu verringern. In horizontal ausgebreiteten Blättern finden wir das Pallisadenparenchym in der obern, das Schwammparenchym in der

untern Hälfte des Blattquerschnitts. Bei vertikal gestellten Blättern ist das Pallisadenparenchym beiderseits gleichmäßig entwickelt und Blätter, welche eine Zwischenstellung einnehmen, zeigen auch bezüglich der Verteilung der beiderlei Zellformen ein intermediäres Verhalten. Immer bestehen diejenigen Teile des Blattparenchyms, welche dem direkten Lichteinfall ausgesetzt sind, aus Pallisadenzellen, also aus Zellen, deren Chlorophyllkörner sich stets in der, hohen Lichtintensitäten entsprechenden Profilstellung befinden, und welche überdies auf wechselnde Lichtintensitäten in weit geringerm Grade reagiren, als das empfindlichere, aber tiefer liegende vom Pallisadenparenchym beschattete Schwammparenchym. Letzteres kann seiner Anordnung nach nur solches Licht empfangen, welches die Pallisadenzellen bereits passirt hat, daher durch Absorption in seiner Intensität mehr oder weniger geschwächt ist. Stahl gelangt daher zu folgendem Schlusse: die Pallisadenzellen sind die für starke Lichtintensitäten, die flachen Schwammzellen die für geringe Intensitäten angemessenere Zellform.

Eine Reihe vergleichender Untersuchungen ergab die Richtigkeit dieses Satzes, der jedoch nicht ein „unumstößliches Gesetz", sondern nur eine „Ausnahmen zulassende Regel" ausspricht. Die Blätter von Schattenpflanzen (*Oxalis acetosella*, *Mercurialis perennis*, *Dentaria bulbifera*) bestehen fast nur aus Schwammparenchym, während letzteres in den Blättern von Gewächsen, die sonnigen Standorten eigentümlich sind (*Galium verum*, Distelarten) neben dem hier vorwiegend entwickelten Pallisadenparenchym oft nahezu verschwindet. Neben einer Reihe von Pflanzen, welche strenge an einen schattigen oder an einen sonnigen Standort gebunden sind, gibt es nun andere, die sowol im direkten Sonnenlichte, als auch im Schatten gedeihen. Stahl führt dies Verhalten zurück auf die verschiedene Akkommodationsfähigkeit der Blätter. Die Blätter unserer meisten Waldbäume vermögen sich verschiedenen Lichtintensitäten in besonders vollkommenem Grade anzupassen. Im Schatten erwachsene Buchenblätter führten fast nur Schwammparenchym, im direkten Sonnenlicht entwickelte dagegen beinahe ausschließlich Pallisadenzellen. Gleiches gilt von vielen andern Bäumen und Sträuchern. Man kann also von einer „Lichtorganisation" und einer „Schattenorganisation" der Blätter sprechen. Die erstere ist durch das Vorherrschen des Pallisadenparenchyms, die letztere durch das Ueberwiegen der flachen Schwammzellen charakterisirt. In den Lichtblättern ist die Hauptmasse der Zellwände senkrecht zur Blattfläche orientirt, in den Schattenblättern halten die zur Blattfläche parallel orientirten Zellwandstrecken den senkrechten nahezu das Gleichgewicht. Diese Strukturverschiedenheiten treten jedoch erst im ausgebildeten Blatte hervor. Sie sind das Resultat der während der Blattentfaltung wirksamen Beleuchtungsverhältnisse.

Diese Stahl'schen Untersuchungen zeigen unter Anderm in besonders schöner Weise, wie der anatomische Bau eines Pflanzenorgans durch äußere Faktoren bestimmt werden kann, und wenn uns auch die Ursachen dieser wunderbaren Erscheinung zunächst verborgen bleiben, so stehen wir hier doch vor einer physiologisch so hochwichtigen Tatsache, dass wir des Verfassers in Aussicht stehenden detaillirtern Mitteilungen über diesen Gegenstand das lebhafteste Interesse entgegenbringen müssen.

K. Wilhelm (Wien).

Otto Preiss, Beobachtungen an der Membrana Descemetii.

Ein Beitrag zur Kenntniss der Endothelzellen und ihrer Zwischenräume. Virchow's Archiv. B. LXXXIV, S. 334, Taf. 7. 8.

Die Ergebnisse der vielen neuern Arbeiten[1]), welche die Grenzen der Epithel- und Endothelzellen gegeneinander, bezw. den Zusammenhang dieser Zellen mit einander behandeln, drängen immer mehr zu der Annahme, dass sehr allgemein zwischen diesen Zellen keine durchgehende Grenzberührung stattfindet, ebensowenig eine feste, homogene Kittsubstanz zwischen ihnen vorliegt, sondern dass zwischen ihnen Intercellularlücken sich befinden von allerdings sehr verschiedener Weite, durchsetzt von vielförmigen Intercellularbrücken, auf welche Verhältnisse die sogenannten Stacheln und Riffe in geschichteten Epithelien sich zurückführen lassen.

Preiss hat diese Intercellularlücken am Endothel der Membrana Descemetii bei Säugetieren studirt (frühere Angaben über entsprechende Bilder am gleichen Objekt: Knies, Brugsch, Klebs, Waldeyer), besonders mittels successiver Einspritzung von Liq. ferr. sesquichlor. und Ferrocyankalium in die vordere Kammer des ganz frischen Auges. Es stellen sich dabei, meist unter Blaufärbung der Endothelzellen, an deren Grenzen Reihen hellbleibender Lücken dar, von Zellbrücken durchsetzt; sehr ähnlich, wie man es am lebenden Hautepithel von Amphibienlarven sehen kann. Die Lücken werden vom Verf. als Stomata von Saftwegen aufgefasst, welche den Zusammenhang des vordern Kammerraums mit den weitern Saftbahnen in der Hornhautbindesubstanz vermitteln.

Die Lücken fallen bald weiter bald enger aus. Bei Auftropfen von Kochsalzlösungen auf das ganz frisch beobachtete Endothel — wie es von Thoma am Epithel der Froschzunge unter ähnlichen Erfolgen angewendet ist — macht Preiss es annehmbar, dass die Ver-

1) Vergl. die von Preiss cit. Lit., sowie die Arbeit von W. Pfitzner: Die Epidermis der Amphibien, Morphol. Jahrb., 1880 B. 6., p. 469, welche dem Verf. wol noch nicht zugänglich war.

schiedenheiten in Form und Größe der Lücken vertikalen Contraktionszuständen der Endothelzellenplasmas entsprechen, durch welche die betreffenden Eingänge demnach erweitert resp. verengert werden könnten. Er sah beim Auftropfen von 0,75 p. c. Kochsalz sofort ein scharfes Bild intercellulärer Lücken auftauchen (während vorher Zellgrenzen nicht zu sehen sind), sah dies Bild, welches dem der Eisensalzbehandlung ganz ähnelt, nach wenigen Sekunden schwinden, nach erneutem Auftropfen wieder auftreten, und konnte das Gleiche bis sechsmal wiederholen.

Nach Bildern, welche die Endothelzellen bei der obigen Eisenchloridbehandlung in sich oder an abgehobenen Fetzen gewähren, denkt Preiss auch an intracelluläre Saftwege; er beschreibt Objekte, an denen bei hellgebliebenem Zellkörper die Kernmembran blaugefärbt, und durch ebenso gefärbte Netze im Zellplasma mit den Rändern der intercellulären Lücken in Verbindung erschien. (Die Kernmembran selbst dürfte jedoch nach unsern jetzigen Kenntnissen wol nicht als etwas „Füllbares" — Orig. S. 348 — bezeichnet werden können). — Für die Figuren, welche die Eisensalzbehandlung in der Substanz der Membr. Descemetii selbst zu Wege bringt, findet der Verf., unter Bezugnahme auf die Arbeiten Rajewsky's und Ciaccio's, die Deutung nahegelegt, dass die hier hellbleibenden Lücken als Saftkanäle anzusehen seien. Er geht übrigens bei Schilderung und Deutung der letztbesprochenen Verhältnisse, für die wir auf das Original und die Abbildungen verweisen müssen, bis auf Weiteres mit aller Reserve zu Werke, und bei den vielen und seltsamen Varianten, welche die Eisenpräparate ähnlich den Silberpräparaten, darbieten, ist solche Vorsicht und Hinzuziehung anderer Reagentien gewiss der richtige Weg.

W. Flemming (Kiel).

E. Haeckel, Metagenesis und Hypogenesis von Aurelia aurita.

Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte und zur Teratologie der Medusen. Jena, Gust. Fischer 1881.

Es ist einer der bedeutungsvollsten Züge der modernen biologischen Forschung, dass sie stets über die einzelne Beobachtungstatsache hinaus zu allgemeinern Anschauungen zu gelangen strebt und der Beobachtung der Naturerscheinungen, mögen sie noch so merkwürdig und ungewöhnlich erscheinen, für sich allein noch keinen hohen Wert beizulegen geneigt ist, sondern die eigentliche Aufgabe in der Verknüpfung der einzelnen Glieder zu einer zusammenhängenden Kette erblickt. Als im Jahre 1839 v. Siebold in seinen „Beiträgen zur Naturgeschichte der wirbellosen Tiere" die Beobachtung veröffentlichte, dass aus dem befruchteten Ei der Ohrenqualle, *Medusa (Aure-*

lia) aurita, ein flimmernder „infusorienförmiger" Embryo hervorgehe, der sich nach kurzer Zeit des freien Lebens festsetze und, indem an seinem einen Pole erst 4, dann 8 Tentakeln hervorsprossen, zu einem Polypen werde, musste diese Entdeckung als sehr merkwürdig erscheinen, so seltsam, dass man es begreiflich findet, wenn M. Sars seine selbstständigen Beobachtungen über den Gegenstand sich erst zu veröffentlichen getraute, nachdem v. Siebold mit den seinigen hervorgetreten war. Aber Sars blieb nicht auf diesem Punkte stehen: er wies nach, dass der aus dem Medusen-Ei hervorgehende achtarmige Polyp durch Vermehrung seiner Tentakeln zu einem *Scyphostoma*, einem vielarmigen Polypen wird, der sich, wie Sars schon 1835 gezeigt hatte, durch quere Einschnürungen in einen tannenzapfenförmigen Organismus, *Strobila*, verwandelt. Die *Strobila* ist aus einer Reihe von napfförmigen, in einander stehenden Gliedern zusammengesetzt, und von diesen löste sich nach Sars' Beobachtungen eines nach dem andern ab, um in der Gestalt einer kleinen mit 8 schmalen Lappen versehenen Qualle umherzuschwimmen, welche der von Eschscholtz beschriebenen *Ephyra* sehr ähnlich war. In einer 1841 erschienenen Abhandlung teilte aber Sars mit, dass diese *Ephyra*-artige Qualle nichts anderes sei als ein Jugendzustand, der sich allmählich in die *Medusa aurita* verwandle, und war somit wieder am Ausgangspunkte der Beobachtungsreihe, bei der Eier producirenden Ohrenqualle angelangt. Verdanken wir somit Sars die Aufklärung über den Zusammenhang der complicirten Entwicklungsreihe, so gebührt Steenstrup das kaum geringere Verdienst, dargetan zu haben, dass solche Erscheinungen in ähnlicher Weise in der Entwicklung anderer Tiere sich wiederfinden, und daraus den Begriff des Generationswechsels abgeleitet zu haben.

An die Beobachtungen von Sars, die sich auf *Aurelia aurita* und *Cyanea capillata* erstreckten, reihten sich in den folgenden Jahren diejenigen verschiedener anderer Forscher über andere Arten obiger Gattungen, sowie über *Chrysaora* und *Cotylorhiza* an, durch welche überall ein in allen wesentlichen Punkten dem der *Aurelia aurita* gleichender Generationswechsel als Entwicklungsform der Quallen nachgewiesen wurde, so dass der Schluss gewiss gerechtfertigt erscheinen konnte, dass alle Medusen hierin übereinstimmen dürften. Da überraschte 1855 A. Krohn die Zoologen durch die Mitteilung, dass eine der *Chrysaora* ganz nahe verwandte Qualle, die *Pelagia noctiluca* Eier erzeuge, welche sich nicht in ein *Scyphostoma*, sondern direkt in eine *Ephyra*-förmige Qualle verwandelten. Der Entwicklung mit Generationswechsel oder der „Metagenesis" (van Beneden) stand plötzlich völlig unvermittelt eine „direkte Entwicklung" oder „Hypogenesis" (Haeckel) gegenüber. Krohn's Beobachtungen wurden durch L. Agassiz (1862) und Kowalevsky (1873) durchaus bestätigt. Schienen vorher die Sars'schen Beobachtungen durch die

Theorie des Generationswechsels dem Verständniss vollkommen geöffnet, so sah man sich jetzt durch Krohn's merkwürdige Entdeckung vor ein neues Rätsel gestellt. Es ist Haeckel's Verdienst, in einer Schrift, deren Titel oben angeführt ist, auch diese scheinbar unversöhnliche Differenz zwischen der direkten und der indirekten Entwicklung ausgeglichen und damit zugleich das Verständniss sowol jeder der beiden Entwicklungsweisen als auch des Zusammenhangs derselben wesentlich gefördert zu haben. Haeckel hat sein Augenmerk besonders auf Abweichungen vom normalen Entwicklungsgange der *Aurelia* gerichtet und diese in sehr scharfsinniger Weise mit einander zu verknüpfen gewusst. Dieselben zerfallen in zwei Kategorien, von denen die erste diejenigen Fälle umfasst, welche ein Licht auf das Verhältniss der Meduse zum polypoiden *Scyphostoma* werfen, während die zweite diejenigen umfasst, welche die Metagenesis mit der Hypogenesis verbinden.

Während gewöhnlich über dem Tentakelkranz des *Scyphostoma* — dieses mit der Mundöffnung abwärts gerichtet gedacht — eine Anzahl von Segmenten entstehen, deren Ränder sämmtlich die charakteristische Lappenbildung der *Ephyra* oder *Ephyrula* — wie Haeckel das *Ephyra*-ähnliche Entwicklungsstadium bezeichnet — zeigen, treten in mannichfaltigster Anordnung innerhalb der *Strobila*-Kette Glieder auf, deren Ränder nicht mit medusoiden Lappen, sondern mit polypoiden Tentakeln ausgestattet sind. Bald wechseln tentakeltragende Scheiben mit lappentragenden ab, bald folgen mehrere tentakeltragende auf einander, entweder am Anfang oder am Ende der Reihe. In solchen Fällen kommt auf einen zweiteiligen Arm der *Ephyrula* eine Gruppe von drei Tentakeln, von denen die seitlichen den sekundären Läppchen der *Ephyrula* entsprechen, während der mittlere an der Stelle des Sinneskolben steht und häufig wie dieser auch mit Pigment ausgestattet ist. Am interessantesten und beweiskräftigsten ist aber ein von Haeckel beobachteter Fall, in welchem in einer Scheibe 4 medusoide Lappen und 4 Gruppen von je drei polypoiden Tentakeln vorhanden waren (*„Ephyrula sphinx"*). Es geht aus diesen Beobachtungen unzweifelhaft hervor, dass die medusenförmige *Ephyrula* und der *Scyphostoma*-Polyp einander vollkommen homolog sind, dass wir in denselben nur zwei Variationen einer und derselben Grundform vor uns haben, die beide verschiedenen Lebensweisen, der schwimmenden und der festsitzenden angepasst sind. (Haeckel gibt am Schlusse seiner Abhandlung eine tabellarische Uebersicht der Homologien der beiden Generationen von *Aurelia*). Sind aber *Scyphostoma* und *Ephyrula* morphologisch ganz gleichwertig, so ist damit eigentlich der Gegensatz zwischen der Metagenesis von *Aurelia* und der Hypogenesis von *Pelagia* schon aufgehoben oder doch wenigstens gemildert und dem Verständniss näher gebracht. Allein Haeckel führt uns noch eine Reihe anderer Beobachtungen vor, welche den Gegensatz noch

geringfügiger erscheinen und schließlich ganz verschwinden lassen. Haeckel hat nämlich häufig, wie vor ihm Schneider, eine Reduktion der *Strobila*-Glieder auf zwei angetroffen. In solchen Fällen war entweder ein oberer Lappen- und ein unterer Tentakelkranz vorhanden oder umgekehrt ein oberer Tentakel- und ein unterer Lappenkranz. Dann aber sah er auch das zweite Glied verkümmern und entweder nur noch durch eine Einschnürung bezeichnet werden oder gar ganz verschwinden, so dass die *Strobila* reducirt war auf eine mit einem kurzen Stiele festsitzende *Ephyrula*. Bleibt jetzt endlich noch die Anheftung aus, so geht aus dem schwimmenden Embryo direkt die *Ephyrula* hervor, und damit ist die Brücke zwischen Metagenesis und Hypogenesis geschlagen: auch diesen Fall hat Haeckel bei *Aurelia aurita* beobachtet. In solchen Fällen bleibt die Invagination der Gastrula unvollständig, zwischen den beiden Blättern sondert sich schon früh die starke Gallertschicht des Quallenkörpers ab, und aus einer ringförmigen Verdickung des Randes des kegelförmig gewordenen Embryos sprossen 8 konische Wärzchen hervor, die zu den *Ephyrula*-Lappen auswachsen. Es sind genau die gleichen Vorgänge, welche durch Krohn und Agassiz bei der „direkten Entwicklung" von *Pelagia noctiluca* und *P. cyanella* beobachtet sind und welche Haeckel auch bei *P. perla* verfolgt hat.

Weniger überzeugend und in der Tat auch wol weniger eines bündigen Beweises fähig sind Haeckels Folgerungen hinsichtlich des genetischen Verhältnisses zwischen Metagenesis und Hypogenesis. Es scheint ihm unzweifelhaft, dass die Stammform der Acalephen einfache Polypen gewesen seien, aus denen die Medusen durch Anpassung an die freischwimmende Lebensweise sich abgeleitet haben, und demgemäß betrachtet er die direkte Entstehung von Medusen aus einander ohne Einschaltung von polypoiden Formen als eine sekundäre Anpassungserscheinung, als „Cenogenesis." Auf wie schwachen Füßen solche Argumentationen stehen, geht am besten daraus hervor, dass der Generationswechsel der Bandwürmer, welcher dem der Quallen so ähnlich ist, dass man den gegliederten Bandwurmkörper sogar als *Strobila* bezeichnet, nach Haeckel gerade die entgegengesetzte phylogenetische Bedeutung haben soll, indem Haeckel den Blasenwurmzustand als einen cenogenetischen, entsprechend der ursprünglichen Auffassung Siebold's durch eine Verirrung von eingliedrigen (Mono-) Cestoden herbeigeführten betrachtet.

[Ich kann nicht unterlassen, bei dieser Gelegenheit zu bemerken, dass ich mir die landläufige Auffassung der Bandwurmentwicklung als eines Generationswechsels nicht zu eigen machen kann. Ich vermag in der sogenannten Bandwurmkette nicht eine am Scolex geknospete Kolonie zu erblicken, sondern dieselbe ist meines Erachtens nichts als ein äußerlich gegliederter oder auch ungegliederter *(Ligula)* Körper mit meist zahlreichen, hinter einander folgenden Generationsorganen. Diese

sind die einzigen Organe, welche in der Mehrzahl im Körper des Bandwurms auftreten; aber selbst hier sind es häufig nur Teile des Geschlechtsapparats, indem sich z. B. bei *Bothriocephalus* die Dotterstöcke ohne Unterbrechung durch den ganzen Bandwurmkörper erstrecken (Sommer und Landois). Ferner fallen bei *Taenia mediocanellata* und *T. solium* nach Sommer die Gebiete der Hodenballen, welche durch ein System von Ausführungsgängen dem Ductus ejaculatorius eines Gliedes zugeführt werden, nicht mit der Ausdehnung der Segmente zusammen. Das Verhalten des Nervensystems mit einem centralen Ganglion im Scolex spricht ebenso wenig für die gewöhnliche Auffassung, wie das des Excretionsapparats mit seinem terminalen Porus, der nach Pintner nur in der ursprünglich hintersten Proglottis vorhanden ist, während er bei den wirklich durch Knospung sich vermehrenden Turbellarien *(z. B. Sthenostomum)* gleich dem Nervensystem in jedem Gliede neu gebildet wird. Wie ich mich aber mit der Auffassung des Bandwurmkörpers als einer durch Knospung entstandenen Tierkette nicht einverstanden erklären kann, so scheint mir auch die Ansicht keineswegs durch die Beobachtungstatsachen gerechtfertigt oder gar gefordert, dass der *Scolex* durch Knospung aus dem Blasenwurm entstehe. Es dünkt mir viel natürlicher, den sechshakigen Embryo als ein *Morula*-artiges, den „Blasenwurm" ohne Kopf aber als ein Keimblasen- oder *Blastosphaera*-artiges Entwicklungsstadium anzusehen. An dieser *Blastosphaera* entstehen durch Wucherung — deren genauere Vorgänge noch nicht genau verfolgt sind — bei den Cysticerken ein, bei den Coenuren viele Körper; diese bilden sich aber in keinem andern Sinne als Knospen am Blasenwurm als der Körper eines Säugetiers als Knospe an der Keimblase. Ist doch durch Formen wie *Cysticercus fasciolaris* die Grenze zwischen Blasenwurm und Bandwurm völlig verwischt. Es kann also bei den monozoischen Cysticerken und den daraus hervorgehenden Bandwürmern nicht einmal von einer Metamorphose die Rede sein, sondern nur von einem Ruhestadium im Blasenwurm oder einem spätern Zustande. Bei den *Coenuren* würden wir den Fall der Entstehung mehrerer Keimscheiben an einer Keimblase vor uns haben, und nur bei den *Echinococcen* kann von einer Vermehrung durch Knospung die Rede sein. Analoge Fälle von Teilung der Gastrula sind ja auch sonst nicht unbekannt und auch Haeckel hat in seiner oben besprochenen Arbeit solche beschrieben und abgebildet].

J. W. Spengel (Bremen).

Dr. Heinrich Janke, Die Vorausbestimmung des Geschlechts beim Rinde.

Berlin, Otto Janke. 1881. 100 S.

Diese Schrift (in kurzer Frist bereits in zweiter Auflage erschienen) behandelt die von D. D. Fiquet zu Houston in Texas geübte Methode: durch „splendide“ oder durch „dürftige“ Fütterung die Zeugungspotenz von Stieren und Kühen zu erhöhen oder zu schwächen und dadurch das Geschlecht des zu zeugenden Kalbes im Voraus zu bestimmen. Fiquet lässt stets die erste Brunst seiner Kühe ohne Befriedigung des Geschlechtstriebs vorübergehen. Alsdann beginnt er für die folgende Brunst (die in der Regel drei Wochen nach der frühern, nicht befriedigten Brunst eintritt) die Kuh und den mit ihr zu paarenden Stier vorzubereiten. Wenn Fiquet von einer Kuh ein Kuhkalb haben will, so lässt er die Kuh dürftig, den für sie bestimmten Stier aber sehr reichlich füttern und hält letztern außerdem in strengster geschlechtlicher Enthaltung. „Als natürliche Folge dieses Systems habe ich, mit nur seltenen Ausnahmen, zur geeigneten Zeit der wiederholten Brunst einen äußerst springlustigen Stier und eine nur mäßig zur Begattung angeregte Kuh regelmäßig erzielt. Unter so bewandten Umständen werden nunmehr die beiden Tiere zum Sprunge zugelassen, und das Ergebniss von solcher Paarung ist dann ausnahmslos das gewesen, dass ein Kuhkalb zur Welt kam.“

Will Fiquet von einer Kuh ein Stierkalb haben, so wird die Kuh zwischen zwei oder auch drei Brunstperioden reichlich, der für sie bestimmte Stier dürftig ernährt und der letztere außerdem möglichst oft zur Paarung mit andern Kühen benutzt. Durch dieses Verfahren hat Fiquet in dreißig Fällen (bis zum Erscheinen der Schrift von H. Janke) ausnahmslos das von ihm im Voraus bestimmte Geschlecht auch wirklich erreicht.

Das Wertvollste in vorliegender Schrift sind die in deutscher Uebersetzung mitgeteilten Berichte Fiquet's, die einen durchaus nüchternen und überzeugenden Eindruck machen. Sein ganzes Auftreten zeigt nichts von Reklame und Humbug, und wenn man seine ausführlich beschriebene Methode mit landwirtschaftlichem oder tierzüchterischem Verständniss prüft, so kommt man zu der Ueberzeugung, dass man es mit wahrheitsgemäßen Angaben zu tun hat.

Die Methode bestätigt also die Theorie der sog. gekreuzten Vererbung. Aber die Ausführung dieser Methode ist nicht so einfach, wie sie auf den ersten Blick zu sein scheint. Die Hauptsache dabei ist die Steigerung oder Verminderung der Zeugungs- oder Geschlechtspotenz; erkennbar ist aber nur die gesteigerte oder verminderte Paarungslust. Es fragt sich also, ob Paarungslust und Geschlechtspotenz in Steigerung und Verminderung stets zusammenfallen. Wenn dies nicht der Fall ist — und zahlreiche Beispiele aus dem Geschlechts-

leben des Menschen und der Haustiere sprechen gegen jene Annahme — dann kann man aus der Paarungslust nicht allemal einen Schluss ziehen auf die Geschlechtspotenz, und die Methode von Fiquet, welche zunächst auf die Steigerung oder Verminderung der Paarungslust gerichtet ist, würde auf Unfehlbarkeit keinen Anspruch erheben können. Es ist ferner die Voraussetzung Fiquet's, durch reichliche Fütterung werde die Geschlechtspotenz gesteigert, durch dürftige aber geschwächt — auch nicht ausnahmslos richtig. Die Futtermittel, welche Fiquet zum Zwecke der Steigerung der Geschlechtspotenz anwendet, sind vorwiegend eiweißreiche. Nun wirken aber eiweißreiche Futtermittel ganz verschieden, je nach dem größern oder geringern Anteile der stickstofffreien Nährstoffe in der Futterration und je nach dem Ernährungszustande des Tiers. Die Vorschrift Fiquet's, die Kuh, welche ein Stierkalb bringen soll, „auf das Reichlichste mit Getreide, Mais, Hafer, Mehl und besonders mit nahrhaftem Heu" zu füttern, und den für sie zum Decken bestimmten Stier während „drei Wochen ausschließlich nur mit grünem und kühlendem Futter" zu ernähren; oder dem zur Zeugung eines Kuhkalbes bestimmten Stier „drei Wochen hindurch eine splendide Fütterung mit verschiedenen stickstoffreichen Getreidekörnern und mit Kleeheu zu gewähren" — diese Vorschrift wird doch gewiss einen ganz verschiedenartigen Erfolg haben (selbst vorausgesetzt, dass das Futter in den verschiedenen Fällen der „geschlechtlichen Vorbereitung" von gleicher Zusammensetzung wäre), je nachdem das Tier fleischreich und fettarm, oder fettreich und fleischarm ist. Die von Fiquet geübte „splendide" Fütterung wird erfahrungsgemäß bei fettreichen Pflanzenfressern eine Steigerung der Fettbildung und des Fettansatzes und damit eine Verminderung der Geschlechtspotenz zur Folge haben.

In der Tat scheint denn auch die Methode der reichlichen oder der kärglichen Fütterung — in alleiniger Anwendung — Herrn Fiquet nicht zum Ziele geführt zu haben; denn Janke schreibt darüber folgendes (S. 63): „Trotz Allem und Allem wird es mitunter doch vorkommen, dass in dem entscheidenden Momente es schwer, wenn nicht geradezu unmöglich ist, die zutreffende Entscheidung zu finden, welches von zwei in einem bestimmten Falle zur Paarung bestimmten Tieren das geschlechtlich stärkere und passionirtere ist. In solchen Fällen lässt sich aber nichts anderes tun, als dass man einfach auch noch das zweite Rindern vorübergehen lässt, und unbeirrt mit der Vorbereitung der beiden Tiere zu dem demnächstigen Sprunge fortfährt, also die bisherige Fütterungsweise fortsetzt und geduldig die abermalige Wiederkehr der Brunst der Kuh abwartet." Und weiter berichtet Fiquet, er habe es häufig schon erleben müssen, dass einzelne Kühe sechs, sieben, ja acht Monate lang gingen, ohne nur die allergeringsten Anzeichen von geschlechtlicher Passion zu äußern.

Um die Waldeyer'sche Behauptung zu erproben: dass das be-

fruchtete Ovulum eine bestimmte Zeit nach stattgehabter Befruchtung in gewissem Sinne hermaphroditisch oder doch geschlechtslos sein soll, fütterte Fiquet zwei Kühe „von genau der gleichen physischen Körperbeschaffenheit," die eine „in der reichsten und splendidsten Weise," während er zu gleicher Zeit der andern „nur die dürftigste Nahrung" zukommen ließ. Das Ergebniss dieses Versuchs war, dass beide Kühe ein Kuhkalb brachten. Eine Wiederholung dieses Fütterungsversuchs mit zwei andern Kühen hatte zur Folge, dass jede dieser Kühe ein Stierkalb zur Welt brachte. Aus diesen Versuchen schließt Fiquet, dass das Geschlecht des Kalbes nicht während seiner Entwicklung im Mutterleibe bestimmt wird, während er doch nur hätte schließen dürfen, dass die Art der Fütterung einer trächtigen Kuh keinen Einfluss auf die Geschlechtsbildung ihrer Frucht ausübt. Und weiter schließt Fiquet aus zahlreichen Erfahrungen, dass, wenn die Geschlechtsbildung nicht während der Entwicklung im Mutterleibe stattfindet, sie bei der Paarung, bezw. bei der Befruchtung stattfinden muss; dass hierbei die stärkere Geschlechtspotenz des einen oder des andern der zu paarenden Tiere im entgegengesetzten Sinne seines Geschlechts (durch gekreuzte Geschlechtsvererbung) das Geschlecht der Frucht bestimme. Die stärkere Geschlechtspotenz aber hält Fiquet für identisch mit stärkerer Paarungslust und die Paarungslust endlich soll durch „splendide" Fütterung gesteigert, durch „dürftige" Fütterung gemindert werden.

Nachdem Referent seine theoretischen Bedenken gegen die Fiquet'sche „Geschlechtsvorbereitungs-Methode" geäußert hat, hält er es, in Anerkennung ihrer praktischen Bedeutung, für dringend geboten, sie durch streng wissenschaftliche Versuche zu prüfen und eventuell ihre naturgesetzliche Begründung festzustellen. Fiquet's Methode scheint so einfach zu sein, dass man sich wundert, dass sie Physiologen und Tierzüchtern bisher verborgen bleiben konnte. Bis jetzt aber ist diese Methode — trotzdem sie seit länger als zwei Jahren in Texas und seit etwa einem Jahre in Europa bekannt wurde — doch nur von Fiquet selbst mit Erfolg ausgeübt worden. Die Folgezeit wird lehren, ob jene Methode sich auch in andrer Hand und vor dem Forum der Wissenschaft bewährt

M. Wilckens (Wien).

Die Frage von der Funktionsweise der Facettenaugen.

Es ist allgemein bekannt, dass sich das Organ des Gesichtssinns im Tierreiche nach zwei Richtungen hin morphologisch entwickelt hat: in der einen Richtung zum Wirbeltierauge, in der andern zum Facettenauge. In neuester Zeit ist es Grenacher's anatomischen Studien gelungen den gemeinschaftlichen Ausgangspunkt dieser bei-

den Entwicklungsformen aufzufinden und von ihm aus die Gestaltung dieses Sinnesorgans zu verfolgen[1]). Dass der optische Theil des Wirbeltierauges ein Bild der Gegenstände der Außenwelt auf der Netzhaut entwirft, ist längst bekannt, und kann an jedem albinotischen Kaninchenauge gezeigt werden; dass dieses Bild eine physiologische Bedeutung hat, lässt sich mit Bestimmtheit behaupten, denn eben die Strahlen und nur diejenigen, welche einen Punkt des Netzhautbildes erzeugen, sind es auch, welche zur Wahrnehmung des entsprechenden Punktes des Gegenstandes führen. Dieses Bild ist umgekehrt.

Verwickelter liegen die Dinge beim Facettenauge. Es hat zuerst Johannes Müller[2]) die Behauptung aufgestellt, dass auch dieses Auge ein Netzhautbild hat, und zwar ein aufrechtes. Die Art, wie es zu Stande kommt, kann in folgender Weise klar gelegt werden. Denken wir uns aus dem Insektenauge die exquisit durchsichtigen Gebilde, wie Cornea und Krystallkegel entfernt, so kann es in schematischer Auffassung als ein Abschnitt einer ziemlich dicken Kugelschale betrachtet werden, der aus pigmentirter Masse besteht und von hart nebeneinander liegenden, gegen das Centrum der Kugel verlaufenden, Bohrungen durchsetzt ist. Denkt man sich weiter die innere Fläche der Kugelschale von einer Haut überzogen, so leuchtet ein, dass auf derselben ein Bild der äußern Objekte entstehen muss. Da nämlich durch jede der Bohrungen nur Strahlen auf jene Haut gelangen, welche in, oder nahezu in der Axe der Bohrung verlaufen, so kann das Hautstückchen, welches eine Bohrung innen überdeckt, nur Licht aus einer ganz beschränkten Richtung erhalten. Diese Richtung ist für jede Bohrung eine andere. Construirt man sich für die einzelnen Punkte eines Gegenstandes die Strahlen, welche in der Axe der Bohrung verlaufen, so erkennt man, dass sie auf jener vorausgesetzten Haut ein aufrechtes Bild desselben entwerfen müssen. In Wirklichkeit nun ist keine Haut im gewöhnlichen Sinne des Worts über die innern Oeffnungen der Bohrungen gespannt, sondern es sind die nervösen Elemente, die in ihrer Gemeinschaft allerdings die Netzhaut darstellen, in die innern Anteile der Bohrungen hineingesenkt.

Man ersieht schon hieraus, dass die Facettenaugen beider Seiten eines Tiers fast den ganzen äußern Raum beherrschen müssen, denn das einzelne Auge beherrscht vermöge seiner Krümmung mehr als die Hälfte aller möglichen Richtungen, und die beiden Augen ergänzen sich vermöge ihrer Stellung gegenseitig. Ein Teil der jeweilig im Gesichtsfeld befindlichen Gegenstände wird gleichzeitig von beiden Augen gesehen. Ferner erkennt man aus dem gegebenen Schema, dass die Schärfe des Netzhautbildes im Vergleiche zu der

1) Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. Göttingen 1879.
2) Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinns. Leipzig 1826.

des Wirbeltierauges manches zu wünschen übrig lassen wird, dass dieselbe mit der Anzahl der Facetten die auf die Halbkugel kommen, erhöht, die Beleuchtungsstärke eines Netzhautelements aber mit zunehmender Zahl vermindert wird.

Was nun Hornhautfacetten und Krystallkegel anlangt, so sollten diese nach Johannes Müller am Wesen des Auges nichts ändern, vielmehr nur dazu dienen, die Helligkeit des ganzen Bildes zu erhöhen.

So standen die Dinge bis zum Jahre 1852. Da bemerkte Gottsche [1]) dass man an einem Fliegenauge, das mittels einer Staarnadel von Pigment gereinigt war, eine grosse Zahl von Bildchen äußerer Gegenstände unter dem Mikroskope wahrnehmen kann, die eine bedeutende Schärfe zeigten [2]). Jedes derselben lag ober einer Facette des Auges (das Licht fiel von unten gegen die Convexität der Cornea). Diese Bildchen waren verkehrt. Er meinte nun die Analogie mit dem Wirbeltierauge gefunden zu haben: jede Facette erzeuge ein Netzhautbild wie das Wirbeltierauge, nur habe der Mensch zwei, die Fliege viele hundert Augen. Eine Bemerkung Johannes Müller's, welche dieser der Abhandlung Gottsche's beifügte, scheint so aufgefasst worden zu sein, als stimmte er nun der Anschauung Gottsche's bei. In den darauffolgenden Jahren verließ eine grosse Reihe von Autoren darunter Leydig [3]) und Max Schultze [4]) die Theorie vom „musivischen Sehen" Joh. Müller's, und betrachtete im Sinne Gottsche's jede Facette des zusammengesetzten Auges als ein selbstständiges vollkommenes Auge, das seine Netzhaut und sein Netzhautbildchen hat. Ruete [5]) hat sogar den Refraktionszustand des Fliegenauges bestimmt.

Da war es im Jahre 1871 zuerst Boll [6]), der hauptsächlich auf anatomische Tatsachen gestützt, aufforderte zur alten Müller'schen Anschauung zurückzukehren.. Er hatte bemerkt, dass man unter günstigen Umständen auch durch die Stäbchen der Retina des Triton Bildchen äußerer Objekte erhalten kann und war dadurch auf die physiologische Bedeutungslosigkeit solcher Bildchen aufmerksam geworden. In der Tat zeigt ja jeder Fetttropfen unter dem Mikroskop verhältnissmäßig scharfe Bilder.

Grenacher, der in den Göttinger Nachrichten eine vorläufige Mitteilung seiner Untersuchungsresultate publizirte, [7]) sträubte sich

1) Müller's Archiv. 1852.

2) Diese Bildchen waren übrigens schon Leeuwenhoek bekannt.

3) Das Auge der Gliedertiere. 1864.

4) Untersuchungen über die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insekten. Bonn 1868.

5) Festschrift der med. Fakultät zu Leipzig. 1861.

6) Du Bois-Reymond und Reichert's Archiv. 1871.

7) 1874.

auch gegen die allgemein gewordene Anschauung von der Bedeutung der Facettenaugen im Gottsche'schen Sinne und sprach sich für die Müller'sche Theorie aus.

Auch ich habe ein Jahr nach Veröffentlichung dieser vorläufigen Mitteilung und leider ohne von ihr Kenntniss zu haben, die gangbare Theorie einer kritischen Untersuchung von mehr physikalischem Charakter unterzogen[1]), indem ich an einem speziellen Beispiele, dem Auge des *Hydrophilus piceus*, die optischen Eigenschaften studirte. Es hat sich herausgestellt, dass es in hohem Grade fraglich ist, ob das Bildchen, das als Netzhautbild aufgefasst wurde, als solches überhaupt optisch verwendbar wäre, ferner dass dieses Bildchen, und speziell auch das der Fliege, an der Gottsche studirte, im Leben gar nicht existirt. Es kommt nämlich nur zu Stande, wenn man die Krystallkegel entfernt, und dieses hat Gottsche getan. Im Leben, wenn hinter der Hornhautfacette der Krystallkegel liegt, kann es sich nicht bilden.

Hingegen habe ich gezeigt, dass Hornhautfacette und Krystallkegel in der ausgezeichnetsten Weise dafür sorgen, dass verhältnissmäßig viele Strahlen die von jenem Punkte des Gegenstands der in der Axe einer Facette liegt ausgehen, am Grund des Krystallkegels vereinigt werden. Die Hornhautfacette fungirt dabei als Linse, der Krystallkegel durch totale Reflexion als katoptischer Apparat. Es werden nämlich in letzterem die Strahlen, welche nahezu parallel der Axe desselben eindringen, gleichsam gefangen, und werden durch Reflexionen bis an die Spitze geleitet. Andere Strahlen, welche unter größerm Winkel zur Axe einfallen, können durch ein solches kegelförmiges Gebilde nach mehrmaligen Reflexionen zum Teil wieder aus demselben zurückgeworfen werden, ohne an die Spitze des Kegels gelangt zu sein, teilweise werden sie die Wand des Kegels passiren und im umliegenden Pigment absorbirt, da bei jeder Reflexion der Winkel, unter dem sie auf die Kegelfläche auffallen, ein größerer wird.

Die Richtigkeit dieser Anschauung zu prüfen scheiterte anfangs an der Unmöglichkeit, Krystallkegel und Hornhautfacette eines Auges in normaler Stellung und unter den dem Leben entsprechenden Umständen aber ohne Pigment unter das Mikroskop zu bringen. Trotzdem ließ sich diese Probe wenigstens an einem Tiere ausführen und bestätigte vollständig jene Anschauung. Beim Leuchtkäferchen *(Lampyris splendidula)* nämlich sind die Krystallkegel mit den Hornhautfacetten verwachsen. Wenn man hier das Auge herauspräparirt, es mit einem Pinsel vollkommen von Pigment reinigt, dann mit der convexen Hornhautfläche auf einen durchbohrten Objektträger aus Glimmer so legt, dass die Hornhaut die Bohrung überdeckt, und dann in die Höh-

1) Ueber das Sehen von Bewegungen und die Theorie des zusammengesetzten Auges. Wiener akad. Sitzungsber. 1875.

lung des Auges ein Tröpfchen Käferblut, auf dieses ein dünnes und kleines Glimmerblättchen legt —, so hat man die in der Natur gegebenen Verhältnisse in Bezug auf Brechung und Reflexion möglichst genau nachgeahmt. Blickt man von oben durch das Mikroskop auf dieses Präparat[1]) so sieht man eine absolut schwarze Fläche, die durchsäet ist von sehr hellen Punkten. Das Bild ist so frappant, dass man glauben muss, man habe das Objekt nicht von Pigment gereinigt. Legt man es aber um, so dass das Licht senkrecht auf die Axe der Kegel einfällt, so sieht man diese, wie die Cornea, glasig durchsichtig und vollkommen rein von Pigment. Es zeigt dieser Versuch also in der Tat, dass die in das Auge eindringenden Strahlen durch Brechung und Reflexion bis in die Spitzen der Krystallkegel geleitet werden, und dass sie aus dem ganzen optischen Systeme nur an dieser Stelle überhaupt herausdringen können, wenn man von geringen Mengen durch die Hornhaut wieder zurückkehrender Strahlen absieht. Von einem Netzhautbild im Sinne Gottsche's ist keine Rede.

Wenn nun auch zu hoffen ist, dass die Theorie von Gottsche für immer erledigt, und die von Joh. Müller wieder in ihre Rechte eingesetzt ist, so drängt sich eben dadurch eine neue Frage auf, nämlich, was kann es für eine Bedeutung haben, dass zwei für dasselbe äußere Agens ausgebildete Sinnesorgane so verschiedenen Bau zeigen wie das beim Wirbeltierauge und beim Facettenauge der Fall ist?

Ich habe auch hierüber eine Vermutung aufgestellt. Bei Gelegenheit von physiologischen Untersuchungen über das Sehen von Bewegungen, die sich natürlich auf das menschliche Auge bezogen, fiel mir auf, dass das Facettenauge für diesen speziellen Zweck bei weitem vorteilhafter konstruirt sei, als das Wirbeltierauge. Bei der großen Rolle, welche das Sehen von Bewegungen in der Tierwelt spielt (die Nachweise hiefür im Originale), ist es nun in der Tat nicht unwahrscheinlich, dass hierin der Schlüssel zum Verständniss des Insektenauges liegt. Es handelt sich nämlich um Folgendes: Ein als Beispiel gewählter heller Punkt von sehr geringer Grösse bewege sich vor dem Wirbeltierauge. Dieses wird die Bewegung bemerken, denn das Netzhautelement (ich nehme der Einfachheit wegen nur eines an) auf dem das Bild des hellen Punktes zuerst lag, verliert seine Erregung, dafür tritt das benachbarte in Erregung, dann wieder dessen Nachbar etc. Anders beim Facettenauge. Der Bau desselben ist ein solcher, dass das Licht des hellen Punktes in eine ganze Gruppe von Facetten eindringt, doch in verschiedener Quantität. Das Nervenelement jener Facette, in deren Axe der helle Punkt liegt, wird am stärksten erregt; die um diese Facette im Kreise liegenden Nachbarfacetten bekommen weniger Licht; der außen sich anschließende

1) Man muss natürlich den Planspiegel des Mikroskopes benützen, um die wahren Verhältnisse nachzuahmen.

Kreis von Facetten noch weniger u. s. w. Bewegt sich nun der helle Punkt, so ändert sich die Erregung in diesen sämmtlichen Facetten, indem sie in der einen Hälfte wächst und in der andern abnimmt. Es wird also eine solche Bewegung für das Facettenauge eine auffallendere Erscheinung sein als für das Wirbeltierauge. Was hier für einen Punkt gezeigt ist, gilt natürlich für jeden beliebigen sich bewegenden Gegenstand.

Meine Anschauung geht also dahin, dass das Facettenauge im Sehen von Bewegungen dem Wirbeltierauge voraus ist, ihm aber im Unterscheiden der Gegenstände, also in der Schärfe des Sehens, nachsteht.

Eine weitere Untersuchung über unsern Gegenstand rührt von Oskar Schmidt[1]) her. Dieser Forscher fand bei verschiedenen Krebsen und Insekten Krystallkegel, welche keineswegs Kegel im geometrischen Sinne sind, sondern vielmehr nach Art eines Horns gebogen waren. Es wurde dieses insbesondere genauer bei *Phronima* untersucht. Auch O. Schmidt wendet sich auf Grund dieser Erfahrungen gegen die Gottsche'sche Auffassung des Auges', und in der Tat, wie sollte durch Brechung ein Bild auf dem Grunde eines gebogenen Kegels zu Stande kommen?

Schmidt hält aber seine neuen Erfahrungen auch für unvereinbar mit der andern Theorie. Er sagt: „Jedoch auch das musivische Sehen ist bei *Phronima* ausgeschlossen, denn die Voraussetzung für das musivische Sehen, die Geradaxigkeit der lichtbrechenden Körper und die Absorption der seitlich einfallenden Strahlen, trifft hier nicht ein."

Ich glaube, dass der interessante Fund O. Schmidt's eine Bestätigung, nicht eine Widerlegung der Theorie des musivischen Sehens enthält, denn nur mit dieser ist er vereinbar. Es ist nämlich die Geradaxigkeit der Kegel meines Erachtens keine Voraussetzung für das musivische Sehen und die Absorption von seitlich einfallenden Strahlen durch die Biegung der Kegel nicht aufgehoben.

Man denke sich einen geradaxigen Kegel, an dessen Spitze also, wie oben geschildert wurde, die Strahlen vereinigt werden, welche näherungsweise aus der Richtung a kommen. Wenn man nun dem Kegel die Spitze abschnitte und an die Schnittfläche einen gekrümmten durchsichtigen Stab ansetzte, so würden jetzt alle die Strahlen die sich früher an der Spitze des Kegels vereinigt haben, in den Stab eindringen und würden in diesem Stabe weiter geleitet werden, wie man Lichtsrahlen im Innern von gekrümmten Glasstäben weiterleiten kann. O. Schmidt hat selbst derartige Versuche angestellt. Es wird hiebei im Allgemeinen etwas Licht verloren gehen. Dieser Krystallkegel mit dem Stabe verhält sich jetzt ganz ähnlich den gekrümmten Krystallkegeln von *Phronima*. Denken wir uns, derselbe bringe das aus der Richtung a erhaltene Licht an die Netzhautstelle a_1 und fassen

1) Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. XXX, Supplem.

den benachbarten Krystallkegel b ins Auge. Derselbe mag mit seinem Anfangsstück sowie mit seiner Hornhautfacette so gestellt sein, dass er nach den für die geraden Kegel geltenden Regeln Licht aus der Richtung b aufnimmt, die benachbart sei der Richtung a, so wird er dieses Licht, es mag auf was immer für Umwegen geschehen, weiter führen, und wenn sein Ende nun neben a_1 liegt, so wird er sein Licht neben diesem auf der Netzhautstelle b_1 deponiren. So werden die einzelnen Richtungen des Raumes in gleicher Ordnung auf der Netzhaut vertreten sein. Es ist also zum Zustandekommen eines musivischen Bildes nur nötig, dass jeder Krystallkegel hauptsächlich dem Lichte einer bestimmten Richtung dient und dass die Enden derselben entsprechend dieser Richtung, in Ordnung gestellt sind. Diese beiden Bedingungen sind nach den Abbildungen, die O. Schmidt giebt, in vollem Maße erfüllt. Welche Umwege das Licht im Krystallkegel macht, ist von untergeordneter Bedeutung, ja selbst die Anordnung ihrer dem Licht zugewendeten Enden ist gänzlich gleichgiltig, nur die Richtung der Axen dieser Enden ist maßgebend. Würde man ein Insektenauge, das lange fadenförmig auslaufende Krystallkegel hat, an der Netzhaut fassen können, und die einzelnen Krystallkegel jeden mit seiner Hornhautfacette so in Unordnung bringen, wie man die Fäden einer Quaste in Unordnung bringen kann, so würde man trotz aller Krümmungen und trotz der Umlagerung der freien Enden noch ein musivisches Bild erhalten, wenn der Anfang des Kegels sammt seiner Hornhautfacette nachher dieselbe Richtung im Raume hätte, wie vorher.

Was die Absorption von seitlich einfallenden Lichtstrahlen im umliegenden Pigment anlangt, so kann die Krümmung des Krystallkegels zwar bewirken, dass mancher Strahl nicht absorbirt wird, der andern Falls absorbirt worden wäre, und umgekehrt, es wird dadurch das Bild etwas an Vollkommenheit verlieren, aber weshalb es zerstört werden sollte, ist nicht einzusehen.

Im vorigen Jahre erschien eine Monographie über die Gesichtswahrnehmungen, welche durch das Facettenauge vermittelt werden, von Notthaft[1]). Dieselbe beschäftigt sich mit der Frage nach der Schärfe des Sehens, welche von verschiedenen Insektenaugen ihrem anatomischen Bau nach vorausgesetzt werden kann. Da nämlich zwei benachbarte Facetten mit ihren Axen bei verschiedenen Tieren verschiedene Winkel einschließen, so ist zu erwarten, dass diesem Umstand eine ungleiche Sehschärfe entspricht, und dass natürlich die Sehschärfe um so grösser ist, je kleiner jene Winkel sind. Weiter aber glaube ich, kann man in seinem Schlusse nicht gehen, insbesondere deshalb, weil wir nicht wissen, in wie vielen der einzelnen Facet-

1) Ueber die Gesichtswahrnehmungen vermittels des Facettenauges. Abhandl. d. Senckenberg. naturf. Gesellsch. XII. Bd. Frankfurt a. M. bei Chr. Winter.

ten durch Licht, welches von einem Punkte ausgeht, überhaupt eine Empfindung hervorgerufen wird. Nottha ft giebt, freilich unter Reserve, Abbildungen, welche die Schärfe des Netzhautbildes eines gegebenen Gegenstandes veranschaulichen sollen. Dieselben sind aber unter der Voraussetzung konstruirt, dass Strahlen eines Punktes nur ein Netzhautelement des Facettenauges erregen, eine Voraussetzung, die vorläufig in der Luft schwebt.

Von vielem interessanten Detail, welche diese Abhandlung bringt, will ich hier absehen, und gleich zu dem Kernpunkt derselben übergehen. Er betrifft die physiologische Bedeutung des Facettenauges. Sie wird darin gefunden, dass das Tier mit Hülfe dieses Auges die Entfernung von Gegenständen in unmittelbarerer Weise abzuschätzen vermag, als dies durch das Wirbelthierauge möglich ist.

Es soll nämlich das Bild eines Gegenstandes an Helligkeit abnehmen, wenn sich der Gegenstand entfernt, und zwar soll die Helligkeit umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung sein. Der Satz wird für den Fall einer bestimmten Voraussetzung ausgesprochen. Diese lautet: „Es fällt auf jede Retinula ein cylindrisches Lichtbüschel oder eine Lichtlinie genau in der Richtung der optischen Axe des Augenelements. Die einzelnen dieses Büschel zusammensetzenden Lichtstrahlen halten im strengen Sinne die gleiche Richtung ein. Das Stück des Gegenstandes, von welchem dieselben ausgehen, und welches ein einzelnes Elementarsehfeld erfüllt, ist somit für alle noch so verschiedenen Entfernungen durchaus gleich gross; es ist nämlich genau gleich dem Querschnitte des hintern zugespitzten nicht pigmentirten Endes des Krystallkegels oder gleich demjenigen der Retinula".

So wertvoll auch ein solcher neuer Gesichtspunkt für das Verständniss des Facettenauges erschiene, so kann ich doch nicht umhin, gegen denselben Einsprache zu erheben. Ich halte nämlich die Voraussetzung, die ich wörtlich angeführt habe, für durchaus ungerechtfertigt. Erstens nämlich ist es unrichtig, dass unter den vorausgesetzten Umständen die Intensität der eine Retinula treffenden Beleuchtung mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt. Sie bleibt vielmehr für alle Entfernungen gleich gross. Es leuchtet dies sogleich ein, wenn man auf die Basis jener Vorstellungsweise zurückgeht, nach welcher sich das Licht nach allen Richtungen in geradlinigen Strahlen ausbreitet. Dieser Vorstellungsweise liegt nämlich der Gedanke zu Grunde, dass der einzelne Strahl in seinem ganzen Verlaufe die gleiche Intensität behält; die Abschwächung der Beleuchtung nach dem Quadrate der Entfernung ist dann einzig und allein durch die Divergenz der Strahlen bedingt. Nach der Voraussetzung Nottha ft's gelangt auf jeden Punkt der Retinula nur ein einziger Strahl, dieser behält also dieselbe Intensität, wie weit immer das Objekt sein möge, von dem er kommt, und da die Anzahl der Strahlen, welche die Retinula treffen, auch constant ist, so ist die ganze Beleuchtung derselben

durch die präponirten parallelen Strahlen von der Entfernung unabhängig; gerade so wie die innerhalb endlicher Grenzen schwankenden Entfernungen eines beleuchteten Körpers von seiner unendlich entfernten Lichtquelle keinen Einfluss auf die Helligkeit seiner Beleuchtung haben. (Ein Körper der von der Sonne beschienen wird — diese als in unendlicher Entfernung befindlich vorausgesetzt — ist ceteris paribus gleich hell, ob ich ihn auf den Tisch oder auf den Boden lege.)

Zweitens aber muss die Voraussetzung Notthaft's auch abgesehen von dem erwähnten Irrtume als ungerechtfertigt bezeichnet werden.

Es ist nämlich ein optischer Apparat, der dafür sorgte, dass auf die Retinula (deren dem Lichte zugekehrte Fläche doch eine endliche Ausdehnung hat) nur Licht auffällt, welches mit der optischen Axe „im strengen Sinne gleiche Richtung hat", undenkbar. Notthaft dürfte diese Schwierigkeit übersehen haben und ist dadurch zu seiner Theorie verleitet worden. Uebrigens stösst er dieselbe, wie es scheint, ohne sich darüber ganz klar zu werden, selbst wieder um, da wo er nach Erläuterung derselben von dem mutmaßlichen Zwecke der sphärischen Krümmungen der Hornhautfacetten spricht und bei andern Gelegenheiten. Er demonstrirt nämlich selbst, wie sowol convergirende als divergirende Strahlen auf die Retinula gelangen können. Sobald aber irgend ein Strahl, der nicht absolut parallel der Axe des Augenelements verläuft, überhaupt zur Lichtempfindung in demselben Veranlassung geben kann, so fällt die ganze Theorie. Auch die Auseinandersetzung, welche unser Autor von der lichtsondernden Wirkung der Hornhautfacetten giebt, ist unzulänglich, denn er übersieht in dem von ihm angeführten Beispiele [1]), dass wenn die Hornhautfacette so wirkt, dass sie einen parallel der Axe einfallenden Strahl an die rechte, einen andern an die linke Wand des Krystallkegels wirft [2]), notwendig ein schief gegen die Axe einfallender Strahl existiren muss, der bis an die Spitze des Krystallkegels gelangt.

Ich glaube demnach, dass die Theorie des musivischen Sehens fester steht als je, und dass sich kein anderer Anhaltspunkt zum Verständniss der beiden divergirenden Typen von Augen ergibt, als der oben erwähnte von der Bevorzugung des Facettenauges beim Sehen von Bewegungen. Notthaft hat hervorgehoben, dass das Insekt, wenn es sich selbst bewegt, wenn es z. B. fliegt, trotz der vorausgesetzten Feinheit der Bewegungsempfindungen schlecht im Raume sich zurechtfinden dürfte. Ich glaube, man kann sich hier auf die Vögel berufen, die während des Fluges, also während alle Gegenstände mit

1) Taf. II. b, Fig. 4.

2) Da ich mich ohne Abbildungen behelfen muß, erlaube ich mir der Darstellung wegen diese etwas rohe Schilderung des Strahlenverlaufs, hoffend, dass der Leser mich verstehen wird.

grösserer oder geringerer Schnelligkeit an ihnen vorbeizuwandern scheinen, doch eine ganz vortreffliche Orientirung haben. Ueberhaupt ist die eigene Bewegung ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zur Abschätzung der Entfernungen von Gegenständen. In letzterer Beziehung mag noch erwähnt sein, dass die Insekten wenigstens insofern den Wirbeltieren in der Abschätzung von Distanzen voraus sind, als sie einen weit größern Teil des Raumes gleichzeitig mit beiden Augen sehen als diese. Das binoculare Sehen aber ist der wesentlichste Behelf der Tiefenwahrnehmung.

Sigm. Exner (Wien).

Ueber mechanische, thermische und chemische Nervenreizung.

Fast die Gesammtheit der bisherigen Erfahrungen über künstliche Erregung irritabler Gebilde, insbesondere der Muskeln und Nerven wurde bei Anwendung der Elektricität als Reizmittel gewonnen.

Obschon nun einerseits zugegeben werden muss, dass die Vorteile dieser Methode außerordentlich groß sind, indem außer der Elektricität kaum ein anderes uns zu Gebote stehendes Reizmittel eine genügend feine und messbare Abstufung der Intensität zulässt und zugleich so geringe und flüchtige Nachwirkungen zur Folge hat, so macht sich doch andrerseits in vielen Fällen das Bedürfniss geltend, die auf dem einen Wege gewonnenen Ergebnisse durch Anwendung andersartiger Reizmittel zum mindesten zu controliren, ja gewisse Fragen der allgemeinen Muskel- und Nervenphysiologie lassen überhaupt eine wahre Entscheidung nur unter Ausschluss der elektrischen Reizmethode zu. Leider ist jedoch die Methodik der chemischen, thermischen und mechanischen Reizung, über welche die Physiologie derzeit verfügt, eine immer noch sehr unvollkommene und erst in jüngster Zeit wurde von Tigerstedt (Studien über mechan. Nervenreizung. Acta Soc. scient. Fennicae, Tom. XI, Helsingfors 1880) und Hällstén (Arch. f. Anat. und Physiol. 1881) der Versuch gemacht, die mechanische Nervenreizung für exakte Untersuchungen verwertbar zu gestalten.

Demgemäß sind auch die allgemeinen Resultate, zu denen die Anwendung der genannten drei Reizmethoden bisher geführt hat und über welche im Folgenden berichtet werden soll, verhältnissmäßig gering im Vergleich zu den mittels der elektrischen Reizung gewonnenen Ergebnissen.

Was zunächst die mechanische Reizung anlangt, so ist es eine seit alter Zeit bekannte Tatsache, dass ein Nerv durch die verschiedenartigsten hieher gehörigen Eingriffe (Durchschneiden, rasch zunehmenden Druck, Zerquetschen etc.) in den Zustand mehr oder

weniger intensiver Erregung versetzt werden kann. Aber erst Heidenhain (Physiolog. Studien, 1856 und Moleschott's Unters. IV. 1858) lieferte den für die Verwertbarkeit der mechanischen Reizung in der Experimentalphysiologie wichtigen Nachweis, dass es gelingt einen Nerven mechanisch zu reizen ohne ihn am Orte der Einwirkung sofort zu zerstören. Er construirte nach dem Princip des Neff'schen Hammers einen Apparat (den „mechanischen Tetanomotor"), der es gestattet eine und dieselbe Nervenstelle durch rasch aufeinanderfolgende Stöße in Erregung zu versetzen. Du Bois-Reymond (Untersuchungen über tier. Elektr. II, 1. 1849), welcher schon früher die negative Schwankung des Nervenstroms bei Zermalmung eines Nerven mittels eines Zahnrades beobachtet hatte, fand diese Tatsache bei Anwendung des Heidenhain'schen Tetanomotors bestätigt.

Allein weder dieser noch auch ein zweiter, nach einem andern Princip von Heidenhain construirter Apparat zum mechanischen Tetanisiren entsprach vollkommen allen Anforderungen und so ist es begreiflich, dass z. B. Bernstein bei seinen Untersuchungen über die Ermüdung und Erholung der Nerven (Pflüger's Arch.) wieder zu der primitiven Methode seine Zuflucht nahm, einen mechanischen Tetanus durch Klopfen der Nerven mittels eines Messerrückens hervorzurufen. Wundt (Unters. zur Mechanik d. Nerven und Nervencentren I. 1871) machte zuerst den Versuch auch die Wirkungen mechanischer Einzelreize (Stöße eines elektromagnetischen Fallhammers) zu untersuchen und zwar nach einer Methode, welche in jüngster Zeit von Tigerstedt (l. c.) weiter ausgebildet wurde. Der Apparat dieses letztern Forschers besteht im wesentlichen aus einem Elektromagneten, an dem verschieden schwere und passend geformte Anker angebracht werden, die je nach der Stellung des ersteren aus verschiedener Höhe auf die zu reizende Nervenstelle herabfallen. Die Stärke des Reizes wird bei Anwendung des Tigerstedt'schen Apparats ausgedrückt durch das Produkt der Schwere und der Fallhöhe des Gewichts. Hällstén benützt zur mechanischen Nervenreizung zwei Marey'sche durch einen Schlauch miteinander verbundene Lufttrommeln. Wird durch ein aus verschiedener Höhe auf die Membran des einen Tambours herabfallendes Gewicht Luft verdrängt, wobei die Fallhöhe als relatives Maß für den Stoß gelten kann, so werden dadurch Schwingungen des am andern Tambour befindlichen Hebels erzeugt, die ihrerseits den passend gelagerten Nerven mechanisch reizen.

Die beiden letzgenannten Forscher fanden entgegen den frühern Angaben von Wundt übereinstimmend, dass der Nerv eine genügende Widerstandskraft besitzt, um die Anwendung mechanischer Einzelreize bei allen Untersuchungen zu gestatten, wo bisher ausschließlich die Elektricität als Reizmittel diente.

Beide untersuchten mit Hülfe der mechanischen Reizmethode die

vielfach ventilirte Frage, ob die Erregbarkeit möglichst unversehrter Nerven an allen Stellen ihres Verlaufs gleich groß ist. Während aber T., wie vordem schon Fleischl (Wiener akadem. Sitzungsber. LXXII. 1876) bei Anwendung chemischer Reizmittel (concentr. Kochsalzlösung) merkliche Unterschiede nicht aufzufinden vermochte, fand Hällstén, dass unabhängig von der auch bei mechanischer Reizung leicht nachweisbaren Erhöhung der Erregbarkeit in der Nähe eines Querschnittes auch im Verlaufe des *N. ischiadicus* vom Frosche Stellen verschiedener Erregbarkeit vorhanden sind, indem dieselbe im Allgemeinen nach dem Centrum hin zunimmt und unterhalb des Plexus am größten, etwas unterhalb der Stelle dagegen, wo der Zweig für die Oberschenkelmuskeln abgeht, am kleinsten gefunden wird. A priori ist eine Differenz der Erregbarkeit verschiedener Stellen eines ganz unversehrten Nerven ziemlich unwahrscheinlich und es muss weitern Untersuchungen vorbehalten bleiben, nachzuweisen, inwieweit elektrische Spannungsdifferenzen verschiedener Punkte des Nerven als ursächliches Moment hierbei in Betracht kommen (Grützner, Breslauer ärztliche Zeitschrift 1881 Nr. 11). Wenn eine Nervenstelle sich im Zustand schwacher, zur Auslösung einer Muskelkontraktion ungenügender Erregung befindet, so wirkt ein neu hinzukommender gleichartiger oder verschiedener Reiz in verstärktem Maße erregend, indem eine Summation der beiden dieselbe Stelle treffenden, untermaximalen Reize erfolgt.

Da nun der Erregungszustand irritabler Gebilde auch bei kurzdauernder Einwirkung irgend eines Reizes nicht sofort mit dem Aufhören desselben verschwindet, sondern eine gewisse Zeit (latent) nachwirkt, so kann unter Umständen eine Summirung genügend rasch aufeinanderfolgender untermaximaler Reize eintreten.

Die mehrfach beobachtete Tatsache, dass die Wirkung eines Induktionsschlages bei rascher Wiederholung zunimmt (Wundt) dürfte hierauf beruhen. Viel langsamer als die elektrische Erregung durch kurzdauernde Ströme scheint die mechanische Erregung des Nerven abzuklingen. Es spricht dafür sowol die von Wundt (l. c. p. 198) beobachtete Tatsache, dass die Anspruchsfähigkeit einer Nervenstelle für elektrische Reize zunimmt, wenn dieselbe vorher schwachen mechanischen Reizen ausgesetzt wurde, als auch der Umstand, dass Tigerstedt häufig anfängliche Zunahme der Zuckungshöhen sah, wenn eine und dieselbe Nervenstrecke in kurzen Pausen (4—5mal p. Minute) mechanisch (untermaximal) gereizt wurde. Wenn man mit Luchsinger (Pflüger's Arch. XXV) die Spannung als einen dauernden Reiz irritabler Gewebe betrachtet, so dürfte vielleicht auch die mehrfach beobachtete Steigerung der Anspruchsfähigkeit eines Nerven durch nicht zu starke Dehnung oder gelinden Druck, welche Tigerstedt auch mittels mechanischer Reizung nachweisen konnte und mit Elasticitätsveränderungen des Nerven in Zusammenhang bringt, in

gleicher Weise aufzufassen sein. Nach Hermann (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1861) nimmt bei elektrischer Reizung des Nerven die Größe der Muskelzuckung mit zunehmender Reizstärke anfangs schnell und dann immer langsamer zu, während Fick (Sitzungsber. d. Wiener Akademie 1862—1863) die Hubhöhen innerhalb gewisser Grenzen der Reizgröße proportional fand.

(Schluss folgt.)

L. Stieda, Untersuchungen über die Entwicklung der Glandula thymus, Gl. thyreoidea und Gl. carotica.

gr. 4. 38 S. II. Taf. Leipzig 1881. Engelmann.

A. Wölfler, Ueber die Entwicklung und den Bau der Schilddrüse mit Rücksicht auf die Entwicklung der Kröpfe.

Klein fol. 59 S. VII. Taf. 4 Holzschn. Berlin 1880. Reimer.

Die *Glandula thymus* und *thyreoidea*, schon lange in physiologischer und histologischer Hinsicht rätselhafte Bildungen, sind neuerdings vom ontogenetischen Standpunkt aus untersucht worden. Zwei größere Arbeiten von Wölfler und Stieda behandeln diesen Gegenstand und sind wol geeignet, in kurzer Uebersicht zusammengestellt zu werden.

Die *Gl. thymus* und *thyreoidea* sollen sich nach Arnold (Kurze Angaben einiger anatomischer Beobachtungen in der med.-chirurgischen Zeitung, 1831, Bd. II) aus einem Blastem, und zwar als hohle Wucherungen am Anfange der noch häutigen Luftröhre bilden. Später schnüren sie sich ab, und in der neunten Woche wird die *Thymus* als kleines paariges und körniges Drüsenkörperchen vor der Luftröhre in der Mitte des Halses sichtbar. Bischoff (Entwicklungsgeschichte der Säugetiere und des Menschen. Leipzig 1842) glaubt wol einen Zusammenhang des Blastems von *Thymus* und *Thyreoidea* gesehen zu haben, nicht aber einen solchen der Drüsen mit Luftröhre und Kehlkopf. Kölliker (Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. Leipzig 1879) schildert die *Thymus* als ein epitheliales Organ, und es erinnert ihn ihr Bau, wenn sie schon gelappt ist und mit ihrem untern Teil in der Brusthöhle liegt, an den einer Kiemenspalte eines jüngern Embryo. So erklärt er die *Thymus*-Anlage des Kaninchens für eine in einen Schlauch umgewandelte Kiemenspalte. Welche von den hintern Kiemenspalten aber dazu umgewandelt wird, lässt er unbeantwortet. Später verliert nach K. der Bau des Organs seinen epithelialen Charakter und nimmt den der *Thymus*-Substanz an, während von Außen Gefäße und Bindesubstanz in die dicken Wandungen des Organs eindringen.

Bezüglich der Entstehung der *Gl. thyreoidea* weichen schon gleich

im Anfang die Ansichten der Forscher insofern aus einander, als die einen das Organ paarig entstehen lassen, die andern nicht. Eine paarige Anlage verfechten: Joh. Fr. Meckel (Abhandlungen aus der menschlichen Anatomie. Halle 1806; und Handbuch der menschlichen Anatomie Bd. IV. Halle 1820), Huschke (Ueber die Umbildung des Darmkanals und der Kiemen der Froschquappen. Wien 1826), Rathke (Ueber die Entwicklung der Atemwerkzeuge bei den Vögeln und Säugetieren, in d. Nova Acta phys. med. Acad. C. L. C. Tom. XIV. Bonn 1828), Friedr. Arnold (Med. chir. Zeitung, 1831, IV. Bd.), Bischoff.

Die Aussagen dieser Beobachter variiren aber wieder in der Angabe des Ursprungs, und zwar lässt Huschke die *Thyreoidea* aus den vordersten Kiemenbögen, Rathke und Arnold aus der Luftröhre, Bischoff aus einer Bildungsmasse zu beiden Seiten des Kehlkopfs entstehen.

Gegner einer paarigen Anlage sind: Remak (Entwicklung der Wirbeltiere. Berlin 1855), A. Götte (Entwicklungsgeschichte des Darmkanals im Hühnchen. Tübingen 1847), W. Müller (Ueber die Entwicklung der Schilddrüse. Jenaische Zeitschrift, VI. Bd., 1871), Kölliker und His (Anatomie menschlicher Embryonen. Leipzig 1880). Von diesen bezeichnen die drei ersten die Anlage als blasigen Auswuchs an der Vorderwand des Nahrungsrohrs, Kölliker als Ausbuchtung der vordern Schlundwand an der Teilungsstelle des vordersten Aortenbogens, His als epitheliales Hohlgebilde vor der unpaaren Lungenanlage und noch im Gebiete des zweiten Schlundbogens.

Ueber die *Gl. carotica* existirte bisher nur eine Veröffentlichung von Luschka (Reichert's Archiv 1862), der auf eine Beziehung der Drüse zur *Gl. thyreoidea* hinweist und angibt, dass sie wahrscheinlich aus dem Darmdrüsenblatt entstehe. Stieda untersuchte insbesondere Schaf- und Schwein-Embryonen, daneben auch solche von Pferd, Hund, Katze und Maus.

Die Kölliker'sche Angabe, dass die embryonale *Thymus* ein epitheliales Gebilde sei, fand St. bei Querschnitten an Schafembryonen von 22 Mm. Länge bestätigt: er sah bei Querschnitten durch die Halsregion ein schlauchförmiges Gebilde, das bei gleichen Schnitten in der Thoraxgegend den Eindruck eines gelappten Körpers machte. In diesen Gebilden fanden sich bald größere, bald geringere Anhäufungen epithelialer Zellen, die in den tiefern Schichten cylindrisch, in den höhern polyedrisch und rundlich mit deutlichen Kernen waren. Um zu ergründen, woher diese Anlage stamme, fertigte St. Schrägschnitte an, die von hinten oben, nach vorn unten verliefen. So erhielt er bei 18 Mm. langen Schweinsembryonen Bilder, welche ihm den Zusammenhang mit der Pharynxgegend deutlich zeigten, während er bei Querschnitten, die senkrecht zur Längsaxe des Embryo ge-

führt wurden, keinen Zusammenhang der strangförmigen Gebilde sah, sondern immer nur getrennte Abschnitte derselben. St. beschreibt von dem gekrümmten Pharynx einen epithelialen Kanal zur äußern Hautoberfläche als Rest einer Kiemenspalte. Da, wo dieser Kanal seinen Ursprung nimmt, verdickt er sich zu einem dreieckigen Körper, der gleichfalls als ein strangförmiges, nach hinten verlaufendes Gebilde sich erweist: die embryonale *Thymus*. Weitere epitheliale Stränge fand St. auf mehr nach hinten zu geführten Schnitten, wo Larynx und Pharynx nicht mehr mit einander communiciren. Auch sie gehen von dem nach unten gekrümmten Ende des Pharynx aus, sind kolbenförmig und zeigen als Fortsetzung des Rachenspaltes ein feines Lumen. Dies ist die embryonale Anlage der Schilddrüse. Alle drei Stränge besitzen ein dem Rachenspalt gleiches oder ähnliches Epithel.

Die Entwicklung geht bei der *Thyreoidea* schneller vor sich, als bei der *Thymus*: Jene umfasst bei 22 Mm. langen Embryonen die Trachea als halbmondförmiges Gebilde, dessen seitliche Teile in der Mitte aneinander gelagert sind. Sie erscheint als traubenförmige Drüse, in welcher ein kreisrundes Lumen und spärliche Blutgefäße sichtbar sind. Die *Thymus* bildet zu dieser Zeit einen vielfach gebogenen Zellenstrang, der in der Nähe der großen Gefäße sich verästelt. Bei 36 Mm. langen Embryonen ist die *Gl. thyreoidea* von Gefäßen vollständig durchwachsen, und der dreieckige Körper, also ihr Ursprung, hat sich vom Rachenepithel gelöst. Die *Thymus* reicht vom Kehlkopf bis in die Brusthöhle, wo beide Hälften nahe bei einander liegen. Oben liegt ihr zur Seite ein rundlicher Körper, der aus dem dreieckigen entstanden ist, und die *Gl. carotica* darstellt. Bei Schafembryonen (11—12 Mm. Länge) entstehen *Gl. thymus* und *thyreoidea* zusammen als blasiger Epithelanhang vor dem Ende der Rachenspalte, während nach hinten gegenüber der Anlage dieser beiden Drüsen die *Gl. carotica* sich zeigt. Alle drei Gebilde communiciren mit dem Rachenspalt durch einen Kanal, der später obliterirt. Die *Gl. carotica* entwickelt sich gleichfalls zu einem Netz von Zellsträngen, das von Blutgefäßen durchzogen ist. Bei 35 Mm. langen Embryonen ist das Bindegewebe der *Thymus* stark entwickelt, ebenso auch die Blutgefäße, sie zeigt adenoides Gewebe: „ein von Blutgefäßen durchzogenes faseriges Gerüst oder Zellennetz, in dessen Maschen Zellen und Kerne liegen“. In dem Bindegewebe lagern einzeln oder in Gruppen Epithelzellen, und dies sind die letzten epithelialen Elemente, welche St. in der Entwicklung des Organs mit Sicherheit hat verfolgen können. Bei 100 Mm. langen Embryonen und noch ältern fand St. schließlich die Hassal'schen oder concentrischen Körperchen (Kölliker, Ecker), welche er für modificirte Abkömmlinge der epithelialen Embryonalanlage erklärt.

Die embryonale *Gl. thymus* ist somit ein paarig angelegtes epitheliales Gebilde, das folgendermaßen entsteht: Vom Epithel der letz-

ten oder vorletzten Kiemenspalte findet eine Ausstülpung centralwärts statt, die beim Schwein solid, beim Schaf hohl ist; die Wucherung bildet schließlich einen von Epithel ausgekleideten und von Bindegewebe umgebenen Strang, der sich leicht windend centralwärts und nach hinten in den Thoraxraum hineinzieht. Beide Stränge streben nach der Medianebene zu, legen sich hier aneinander und entwickeln sich schon früh zu bedeutender Stärke. Die Abschnürung des Halsteils findet mehr oder weniger früh statt. Die weitere Entwicklung des Organs, das in seinem ausgebildeten Zustande bindegewebiger Natur mit lymphoiden Zellen und gefäßhaltig ist, erklärt nun Kölliker so, dass er aus den epithelialen Zellen die eigentlichen *Thymus*-Zellen entstehen lässt, während St. die Abstammung der lymphoiden Zellen aus der umgebenden Bindesubstanz ableitet und die concentrischen Körperchen für die letzten Reste der ursprünglichen Epithelanlage ansieht.

Die *Gl. thyreoidea* bildet sich gleichfalls aus dem Epithel der letzten oder vorletzten Kiemenspalte und wiederum paarig (also entgegen den Angaben von Kölliker, His u. a.), und die Weiterentwicklung geht so vor sich, wie sie Kölliker beschreibt: Abgesehen von der Anlage, welche hohl ist, entwickelt sich das Organ aus soliden epithelialen Strängen, die sich stark verästeln. Später tritt hie und da am Ende eines Stranges ein Lumen auf, und der Drüsenstrang schnürt sich ab, nachdem eine reichliche Gefäßentwicklung zwischen den Strängen stattgefunden hat.

Von den zwei Ansichten über die *Gl. carotica*, dass sie eine Drüse sei (Luschka) oder ein Gefäßknäuel (Arnold) neigt sich St. der erstern zu.

Wölfler wurde durch das Studium des *Struma*-Gewebes gleichfalls veranlasst, die embryonale Entwicklung der Schilddrüse genauer zu untersuchen. Er fertigte zu diesem Zwecke von Schweins-, Kaninchen-, Hunde- und Kalbs-Embryonen Sagittalschnitte an (auch menschliche Embryonen, sowie die von Katzen, Tauben, Eidechsen und Schildkröten wurden in Betracht gezogen), die ihn zu folgenden Resultaten führten: Die erste Schilddrüsenanlage ist bilateral und zeigt sich als zwei, die Schlundwand umgebende Epithelblasen, welche dem centralen Ende der ersten Kiemenspalte angehören, oder auf die Schlundwand bezogen, sowol aus dem Epithel der vordern als auch der seitlichen Schlundwand hervorgehen. Schon früh beginnt das Epithel dieser Anlage zu wuchern und bildet bei 4—6 Ctm. langen Kalbsembryonen einen Körper von soliden, eng zusammengedrängten Epithelmassen, welche an der der *Carotis* zugewandten Fläche ihren Anfang nimmt und bei welcher W. vier Phasen unterscheidet:

1) Bildung cavernöser Bluträume, welche eine Zerklüftung des primären Drüsengewebs mit sich bringt.

2) Umwandlung der Bluträume in mehrere vom Centrum der

Drüse ausgehende und gegen die Peripherie ziehende starke Gefäßstämme und in viele aber wenig verzweigte meist unter einander parallel laufende Gefäßästchen. In diesem Stadium finden sich langgestreckte sekundäre Drüsenformationen.

3) Entwicklung weitmaschiger Gefäßnetze mit gleichzeitiger Bildung von Epithelkugeln.

4) Umwandlung der Gefäßnetze in engmaschige Kapillarnetze, welche die gleichfalls neugebildeten Epithelblasen umspinnen. Diese Vascularisationsstadien sind nach W. am besten beim Hunde zu beobachten, die Entwicklung der Drüsenformation dagegen beim Kalbe.

Die normalen Elemente der *Gl. thyreoida* entwickeln sich nun in folgender Weise: Vor dem dritten Stadium der Gefäßentwicklung ist das Epithel zu Kugeln angehäuft, und schon jetzt zeigen sich die ersten Anlagen der spätern Drüsenblasen; es findet eine endogene Zellbildung statt mit gleichzeitiger Proliferation zellenartiger Protoplasmakörper in der Umgebung der Zellen. Im nächst höhern Stadium sieht man zu einem centralen Lumen radiär gestellte, mit Kern versehene Cylinderzellen, die eng aneinander liegen, und nach W's. Ansicht nur aus epithelialen Elementen, nicht auch aus den Bindegewebs- oder lymphoiden Zellen entstehen. Die normale, vollendete Schilddrüse besteht sonach aus kugligen oder langgestreckten Drüsenblasen, welche von einem Kapillarnetze und von einer bindegewebigen Hülle umgeben sind. Zwei bis drei solcher Blasen, die immer von einander gesondert sind, bilden ein von einem gemeinsamen Gefäßstamm versorgtes Läppchen. Im Bau gleicht die *Gl. thyr.* im Allgemeinen den secernirenden Drüsen, und sie ist nach ihrer Vollendung zu den acinoesen zu rechnen.

Unter Nebenschilddrüsen begreift W. alle jene drüsigen Gebilde, welche aus Drüsenkeimen der Schilddrüsenanlage entstehen, und welche seitlich von den großen Halsgefäßen gefunden werden: nach oben bis zum obern Rand des Zungenbeins und der Linie, welche von seinen Hörnern bis zum Eintritt der *Carotis* in die Schädelbasis gezogen wird, nach Unten bis zum Aortenbogen. Nach der Lage dieser von der ursprünglichen Anlage sich abzweigenden Drüsen zur *Gl. thyreoida* unterscheidet W. Drüsenkeime am centralen Ende, aus der die *Gl. hyoidea* und *aortica* entstehen, und Drüsenkeime am lateralen Teile der Keimanlage, die dann bis zur Schädelbasis und Carotis reichen. Weitere Epithelreste können bei dem Nachabwärtsgehen der *Gl. thyreoidea* zurückbleiben, wodurch dann wiederum neue Bildungsstätten für Nebenschilddrüsen geschaffen werden.

M. Gottschau (Würzburg).

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **31. August 1881.** **Nr. 10.**

Inhalt: **Berthold,** Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen. — **Bütschli,** Beiträge zur Kenntniss der Fischpsorospermien. — **Biedermann,** Ueber mechanische, thermische und chemische Nervenreizung (Schluss). — **Leeser,** Die Pupillarbewegungen in physiologischer und pathologischer Beziehung. — **Schmidt-Mülheim,** Das Eiweiss auf seiner Wanderung durch den Tierkörper I. — Erklärung. — Berichtigungen.

Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen.

Von

Dr. G. Berthold in Göttingen.

Es hat lange gedauert bis die Ansicht von der Geschlechtlichkeit der Pflanzen, auf welche man schon früh aus Analogie mit den Tieren geschlossen hatte, unter den Botanikern allgemein Geltung erlangte. Noch in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts wurde mit Heftigkeit über das Vorhanden- und Nichtvorhandensein einer geschlechtlichen Differenzirung bei den Phanerogamen gestritten. Dass unter solchen Umständen die größte Unsicherheit über die Organe, welche als geschlechtliche aufzufassen seien, sowie über die Natur der bei der Befruchtung erfolgenden Vorgänge überhaupt bestand, bedarf keiner weitern Hervorhebung.

Erst die Entdeckung der Antheridien und Spermatozoiden der Farnkräuter durch Naegeli (Zeitschr. f. wiss. Bot. von Naeg. und Schleiden Heft I. 1844) und der Archegonien derselben durch Leszczyc-Suminski (Zur Entwicklungsgeschichte der Farnkräuter, Berlin 1848) gaben den Vorstellungen eine festere Form: man fand Organe, welche den Spermatozoiden und Eiern der Tiere vollkommen entsprachen, über deren Deutung man deshalb nicht im Zweifel sein konnte. Bald wurde durch die vereinten Bemühungen hervorragender Forscher, wie Hofmeister, Mettenius, Milde, Schacht, Thuret, die allgemeine Verbreitung dieser Organe bei den höhern

Cryptogamen nachgewiesen und so die Ueberzeugung von dem Geschlecht derselben fest begründet. Nur für die niedern Cryptogamen blieben solche Organe noch unbekannt und aus naturgemäßer Reaktion gegen das kritiklose Vorgehen der frühern Zeiten wurde denselben jetzt von den bedeutendsten Botanikern das Geschlecht überhaupt abgesprochen. Doch war für die Florideen von Naegeli 1847 in seinen „Neueren Algensystemen“ und für die Fucaceen von Thuret und Decaisne (Ann. des sciences nat., Botan. 1845) die Geschlechtlichkeit auf Grund des Nachweises von Fortpflanzungskörpern, welche von ihnen für Samenkörper erklärt wurden, angenommen worden. Die später von Thuret veröffentlichten Versuche (Note sur la fécondation des Fucacées. Mém. de la soc. d. sc. nat. de Cherbg. Tome I, 1853), wonach bei den Fucaceen die großen Sporen nur keimten, wenn sie nicht von den Spermatozoiden abgeschlossen wurden, gaben zwar einen unwiderleglichen Beweis für die geschlechtliche Funktion derselben, ließen aber doch die Hauptfrage nach der Art der Einwirkung der Geschlechtsprodukte aufeinander unbeantwortet.

Auch die zahlreichen in der ersten Hälfte der fünfziger Jahre von zoologischer Seite unternommenen Untersuchungen (Man vergl. in Betreff derselben Radlkofer, der Befruchtungsprozess im Pflanzenreiche etc. p. 68 ff., wo auch die betreffende Literatur angegeben ist.) über den Befruchtungsvorgang zeigten nur, dass das Spermatozoid unmittelbar mit dem Dotter des Eies in Berührung trete, sie gaben keinen Aufschluss darüber, was aus demselben weiter werde, ob es sich mit dem Dotter vermische oder außerhalb desselben zu Grunde gehe, ob es nur nach Art eines Ferments anregend auf die Bewegung im Ei wirke, oder ob die Substanz desselben direkt bei der Bildung des Embryos beteiligt sei. Dagegen war eine dritte, von Burmeister (Abhandl. der Nat. Ges. zu Halle 2. Ad.) aufgestellte Ansicht, wonach aus dem Spermatozoid der wirkliche Keim hervorgehen solle und das weibliche Individuum denselben nur groß ziehe und entwickle, — eine Ansicht, welche sich auch Schacht (Ueber die Befr. von Pedic. silv. Flora 1855) für die Phanerogamen angeeignet hatte, — durch die vorliegenden Beobachtungen hinreichend widerlegt worden.

Epochemachend waren unter diesen Umständen nicht allein für die Kenntniss des Geschlechts bei den Algen, sondern überhaupt für den tiefern Einblick in das Wesen des Befruchtungsprozesses in den beiden organischen Naturreichen die Beobachtungen Pringsheims über den Befruchtungsprozess bei *Vaucheria sessilis* (Ueber die Befruchtung und Keimung der Algen und das Wesen des Zeugungsakts. Monatsber. der Berl. Akad. 1855) und bald darauf bei *Oedogonium ciliatum* (Ueber Befruchtung und Generationswechsel der Algen, Berl. Monatsber. 1856).

Besonders bei der letztern Pflanze lieferte Pringsheim mit voller

Sicherheit durch die Beobachtung den Beweis, dass bei der Befruchtung die stoffliche Vereinigung der Zeugungskörper erfolge. Bald verstummte der Widerspruch, den diese Angaben zuerst allseitig hervorriefen; von Braun, Schenk, de Bary, Hofmeister, Cohn, Radlkofer, Thuret, welche zum Teil anfangs Pringsheim's Ansicht von der stofflichen Vereinigung von Sperma und Ei lebhaft entgegengetreten waren, liefen bestätigende Mitteilungen ein.

Pringsheim's Monographien über die Oedogonieen (Jahrb. f. wiss. Bot. I) und die Coleochaeteen (ebendas. Bd. II) lieferten den Nachweis von dem allgemeinen Vorhandensein des Geschlechts in diesen beiden Familien; noch blieben aber die Verhältnisse für eine große Menge von Algen, bei denen zwar kleinere, die Deutung als Spermatozoiden zulassende Fortpflanzungskörper bekannt waren, dagegen die ruhenden Eier fehlten, in Dunkel gehüllt, und erst nach Jahren gelang es demselben Forscher auch hier Licht zu schaffen, durch die zweite auf diesem Gebiet nicht minder epochemachende Entdeckung von der Paarung der Schwärmer bei *Pandorina morum* (Berl. Monatsber. 1869).

Bisher waren die Bewegungslosigkeit der weiblichen Zelle und ihre im Verhältniss zu den Samenkörpern bedeutende Größe als wesentliche Charaktere derselben erschienen, die vorliegende Entdeckung aber und die bald darauf erfolgenden Nachweise desselben Vorgangs bei einer größern Zahl von Formen, mit der Auffindung mehrerer Uebergangsstufen, lehrten beide als unwesentlich erkennen. Hiemit war die Bahn gebrochen für eine allgemeinere Auffassung über das Wesen des Befruchtungsvorgangs, und längst bekannte Tatsachen, die Copulation der Conjugaten und Diatomeen, erschienen in einem neuen Lichte. Denn während die ersten Beobachter der Copulationsvorgänge bei den Spirogyren geneigt gewesen waren dieselben als Geschlechtsakte aufzufassen, wurde von den Spätern diese Ansicht mit Entschiedenheit bekämpft, so schon von Vaucher im vorigen Jahrhundert, später besonders von Kützing, Naegeli, Braun, Schleiden und Mohl. So drang de Bary, welcher in seiner Monographie über die Conjugaten (1858) die Conjugation als einen Befruchtungsprocess auffasste, mit dieser Ansicht vorläufig nicht allgemein durch.

Für die Fucaceen machte zuerst, wie schon oben erwähnt, Thuret auf wahrscheinliche Geschlechtsverhältnisse aufmerksam; auch die Entdeckung der geschlechtlichen Vorgänge bei den Florideen verdanken wir diesem, um die Kenntniss der Algenwelt so hoch verdienten Forscher. Derselbe fand, dass die bei diesen Algen schon lange bekannten und als Spermatozoiden gedeuteten farblosen Zellchen, welche aus ihrer Mutterzelle ausgestoßen werden, aber ohne Bewegung sind, mit dem Haar des durch Naegeli (Münchener Sitzungsberichte 1861) näher bekannt gewordenen Trichophorapparats ver-

schmelzen, und dass die Kapselfrucht erst infolge dieser Vereinigung zur Entwicklung gelangt.

Vorstehendes gibt im Wesentlichen den geschichtlichen Verlauf des Nachweises der Sexualität bei den Algen.

Wir übergehen vorläufig die zahlreichen neuern Arbeiten, welche im Einzelnen weitere Beiträge zur Kenntniss der betreffenden Vorgänge geliefert haben.

Nur in einer großen Gruppe, der der Phycochromaceen sind bisher alle Bemühungen geschlechtliche Vorgänge aufzufinden vergeblich gewesen. Wir werden sie deshalb ganz von unserer Betrachtung auszuschließen haben, obwohl es noch keineswegs als festgestellt gelten kann, dass bei ihnen Sexualität überhaupt fehlt.

Ebenso muss es dahin gestellt bleiben, ob die kleine Gruppe der Palmellaceen tatsächlich aus selbständigen geschlechtslosen Formen besteht, oder ob die ihnen zugehörigen Pflanzen nur Entwicklungsstadien höherer grüner Algen darstellen, wie vielfach angenommen wird. Wir beginnen mit der Gruppe der grünen Algen, indem wir vorläufig jedoch die Conjugaten ausschließen. Sie ist am genauesten durchforscht und durch die Mannigfaltigkeit der Verhältnisse für die vorliegende Frage von hervorragender Bedeutung.

Bei den niedern Formen mit fehlender morphologischer Differenzirung des Thallus werden gewöhnlich alle Zellen der vegetativen Pflanze zu Geschlechtszellen umgewandelt, so bei *Pandorina Morum*, *Eudorina elegans*, *Sphaeroplea*, *Cladophora*, *Enteromorpha compressa*, *Hydrodictyon*, *Tetraspora lubrica*, *Botrydium*; meist sind es aber nur einzelne Zellen, welche auf Kosten der übrigen diese Umbildung erfahren, so bei *Volvox globator*, *Oedogonium*, *Bulbochaete*, *Coleochaete*, *Vaucheria*, und welche dann auch in ihrer Form von den vegetativen abweichen.

Die Verteilung der Geschlechter ist höchst wechselnd, ein Teil der Formen ist streng diöcisch, so *Bulbochaete*, einige *Oedogonium*-arten, *Sphaeroplea*, *Volvox minor*; andere *Oedogonium*-arten, *Volvox globator*, *Vaucheria*, *Coleochaete*-arten; andere sind dagegen monöcisch. In sehr seltenen Fällen sind aber sogar die aus einer Zelle hervorgegangenen Schwärmer verschiedenen Geschlechts, so bei *Hydrodictyon* nach Suppanetz (mitgeteilt von Rostafinski Mém. de la Soc. de Cherbourg 1875) und *Chlorochytrium Lemnae* und *Endosphaera biennis* nach Klebs (Bot. Zeitung 1881).

Die Zahl der aus einer vegetativen Zelle hervorgehenden Geschlechtszellen zeigt großen Wechsel; die ruhenden Eier werden einzeln in jeder vegetativen Zelle gebildet, so bei *Vaucheria*, *Oedogonium Bulbochaete*, *Coleochaete*, *Cylindrocapsa* unter starker Vergrößerung derselben; die männlichen Zellen und ebenso die schwärmenden weiblichen gehen dagegen zu mehreren aus einer Mutterzelle hervor. Letztere zerfällt dabei entweder durch succedane Zweiteilungen in mehrere

Portionen, (*Chlorochytrium, Endosphaera,* Antheridien von *Oedogonium, Coleochaete scutata*), oder ihr Inhalt teilt sich simultan. Dies findet besonders dann statt, wenn in großen Mutterzellen sehr zahlreiche Geschlechtszellen entstehen, so bei *Hydrodictyon*, in den Antheridien von *Vaucheria*, bei *Botrydium, Acetabularia, Cladophora, Codium, Dasycladus.* Bei *Ulothrix*, für welche Dodel (Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. X pag. 31 des S. A.) die Entstehung der Mikrozoosporen durch succedane Zweiteilung behauptet, glaubt jedoch Strasburger (Zellbildung und Zellteilung 3. Aufl. p. 76) ebenfalls simultane Teilung annehmen zu müssen. Bei den *Coleochaete*-arten (mit Ausnahme von *C. scutata*) entstehen endlich nach Pringsheim (Jahrb. II p. 15) die Spermatozoiden einzeln in kleinen Zellchen, welche den vegetativen meist zu mehrern aufgesetzt sind.

Die Geschlechtszellen sind zur Zeit der Reife membranlose Primordialzellen, ein Zellkern dürfte in ihnen wol immer vorhanden sein, wenigstens ist er immer gefunden worden, wenn nach demselben speciell gesucht wurde, so bei den Mikrozoosporen von *Ulothrix* nach Strasburger (Zellbildung und Zellteilung 3. Aufl. p. 74 und 78), bei *Dasycladus* und *Codium* nach den Untersuchungen des Verfassers (Göttinger Nachrichten, 1880 und Mitteilungen der zool. Station zu Neapel II. 1. p. 73). Wo deshalb in einer Zelle die Geschlechtsprodukte zu mehrern entstehen, müssen dem Zerfall des Inhalts in die einzelnen Portionen vorbereitende Teilungen des Kerns vorausgehen, ebenso auch in den zahlreichen Fällen, in denen mehrkernige Zellen Geschlechtsprodukte erzeugen und mehr männliche oder weibliche Zellen entstehen als Kerne vorhanden sind; so wahrscheinlich bei den Cladophoren, bei *Hydrodictyon, Codium* (für dieses nachgewiesen von Schmitz Sitzungsber. der niederrh. Ges. f. N. u. Heilk. 4. Aug. 1879). Auch bei *Acetubularia* fand Strasburger (Zellbildung 3. Aufl. p. 69) viele Kerne in den Sporen und glaubt, dass die bei der Schwärmerbildung auftretenden hellen Flecken zu ihnen in Beziehung stehen. In andern Fällen scheinen aber auch Verschmelzungen von Kernen während der Ausbildung der Geschlechtsprodukte stattzufinden. So fand Schmitz (l. c. p. 5 u. 15) in den jungen Oogonien von *Vaucheria* (und *Aphanomyces*) viele kleinere Kerne, wie in der vegetativen Pflanze, während das befruchtete Ei nur einen großen Kern enthielt. Es ist jedoch unbekannt, ob die Verschmelzung der Kerne vor oder nach der Befruchtung der Oosphaere eintritt. Auch bei der Bildung der geschlechtlichen Schwärmer von *Dasycladus* scheinen Kernverschmelzungen einzutreten, denn die vegetative Pflanze besitzt sehr kleine Kerne im Wandbeleg, aber in bedeutend größerer Menge als die Zahl der Schwärmer beträgt, welche jeder nur einen relativ großen Kern enthalten. Da das Plasma der ganzen Pflanze mit Ausnahme geringer Reste, in die Substanz der Schwärmer übergeht, so kann der Verbleib der verschwindenden Kerne und die auf-

fallende Größenzunahme der restirenden kaum anders erklärt werden, wenn wir nicht annehmen wollen, dass ein Teil der Kerne aufgelöst wird.

In vielen Fällen wird der ganze Inhalt der Mutterzelle zur Bildung der Geschlechtsprodukte verbraucht, so bei *Volvox globator*, *Pandorina*, bei den *Oedogonien*, *Bulbochaeten* und den Antheridien von *Coleochaete* nach Pringsheim; dagegen bleibt in andern Fällen wieder ein Teil des Inhalts der Mutterzelle unbenutzt oder wird vor der Befruchtung ausgestoßen. Bei *Acetabularia* bleibt nach Strasburger eine Blase im Hohlraum der Spore zurück, welche dem frühern Lumen entspricht, und welche sich bei der Entleerung der Schwärmer oft in zwei teilen kann; an ihr sitzen körnige Gebilde, Stärke und auch wol noch grüngefärbte Massen, welche in die Bildung der Schwärmer nicht eingehen. Eine ebensolche aber kleinere Blase, welche oft an einem der Schwärmer nach dem Austritt noch längere Zeit festhaftet, zeigt *Ulothrix zonata* nach Dodel. Auch bei *Dasycladus* bleiben unbenutzte Reste in den großen Sporangien zurück.

In anderer Weise wird bei der Bildung der Eier von *Vaucheria* und *Coleochaete* nach Pringsheim und bei *Oedogonium dipsandrum* nach Juranyi (Jahrb. f. wiss. Bot. IX p. 9) ein Teil des farblosen Plasma, welches sich am Vorderende des Oogoniums angesammelt hatte, durch die entstehende Oeffnung in der Wand ausgestoßen und verschwindet in der umgebenden Flüssigkeit. Ob dieser Vorgang den Erscheinungen bei *Acetabularia*, *Dasycladus* und *Ulothrix* streng vergleichbar ist, könnte noch fraglich erscheinen. Es liegt jedoch nahe hierbei an eine Art von Verjüngung durch Ausstoßung nicht mehr verwendbarer Stoffe zu denken und den Vorgang mit dem Auftreten der Richtungskörper beim tierischen Ei und der Abscheidung der Bauchkanalzelle bei den Archegoniaten und Gymnospermen zu vergleichen. Immerhin kann jedoch der Vorgang eine allgemeinere Bedeutung für die Bildung der Geschlechtsprodukte nicht haben, denn wir sahen, dass in vielen Fällen der ganze Inhalt der Mutterzellen in die Geschlechtszellen aufgenommen wird und werden später noch mehrere derartige Fälle in andern Algengruppen finden. Genauere Untersuchungen über etwaige im Oogonium bei der Constituirung der Eizelle sich abspielende Vorgänge, Regenerationen des Kerns und dergl. liegen vorläufig leider noch nicht vor.

(Fortsetzung folgt.)

O. Bütschli, Beiträge zur Kenntniss der Fischpsorospermien.

Zeitschr. f. wiss. Zool. 1881 S. 629—651.

Die Fischpsorospermien, die bei der bisherigen geringen Kenntniss über ihren Bau und besonders ihre Entwicklung allgemein zu

den Gregarinen gestellt wurden, sind durch Bütschli in der neuesten Zeit einer eingehenden Untersuchung unterworfen und haben sich dabei als besondere, von den Gregarinen in mehrfacher Hinsicht verschiedene Organismen erwiesen. Die Psorospermien (oder (Myxosporidien, wie Bütschli passender diese Parasiten nennt) finden sich bekanntlich als weiße Bläschen von 2—3 mm. Durchmesser in den Körperhöhlen und den Kiemenblättchen der Fische. Als Untersuchungsmaterial dienten dem Verf. die Formen aus den Kiemenblättchen der Cyprinoiden und aus der Harnblase des Hechts.

Was zunächst die erstern betrifft, so finden sie sich nicht auf oder in der Epidermis der Kiemen, sondern unter derselben und auch noch unter den Blutgefäßen, also in der Bindegewebsschicht. Sie liegen hier von einer eigentümlichen Hülle umgeben, die auffallenderweise nicht eine Cystenhülle, wie man sie sonst bei Protozoen findet, sondern ein Plasmagebilde ist und aus feinkörnigem Protoplasma mit zahlreichen, kleinen Kernen besteht. Woher diese Kapsel stammt, ob sie von dem Parasiten oder von seinem Wirthe gebildet wird, ist noch eine offene Frage; doch spricht zu Gunsten der letztern Auffassung, dass die Kerne etwas größer sind, als die Kerne der Myxosporidie. Das von der Cyste eingeschlossene Protoplasma ist in eine körnerfreie, radiär gestreifte Außenschicht und eine von dunklen Körnern und blassen Kernen ganz erfüllte Innenmasse geschieden. Die Myxosporidien, die bisher für vollkommen kernlos galten, besitzen eine außerordentliche Anzahl sehr kleiner Zellkerne, die deutlich eine dunklere Hülle, ein kleines Kernkörperchen und zuweilen auch feine Kernfäden zeigen.

In dem Protoplasma aller von Bütschli untersuchten Myxosporidien fanden sich zahllose, teils fertige, teils noch in der Ausbildung begriffene Sporen. Jede derselben ist von einer ovalen zweiklappigen Schale umgeben, die nur am vordern Pole eine Oeffnung besitzt. Das Sporenplasma enthält im hintern Teil einen echten Zellkern und am Vorderende, zu beiden Seiten der Schalenöffnung, zwei große ovale oder spindelförmige Körper, die sogenannten Polkörper. Von der größten Bedeutung für die Auffassung der Myxosporidien ist nun die Tatsache, dass die Polkörper der Sporen den Nesselkapseln der Cölenteraten vollkommen entsprechen. Durch Balbiani und Bessels war schon festgestellt worden, dass die Polkörper eine dicke Wand besitzen und einen spiralig aufgerollten Faden enthalten. Von den genannten Autoren wurde auch bereits das Ausschnellen des Spiralfadens constatirt und durch gewisse Reagentien (Kalilauge, Glycerin etc.) künstlich hervorgerufen. Bei Anwendung dieser Mittel und auch der gleichfalls geeigneten Schwefelsäure, sah Bütschli die Fäden gewöhnlich aus der Oeffnung am vordern Schalenpol hervortreten, zuweilen aber traten sie auch nach hinten aus und blieben dann entweder innerhalb der Sporenhülle

oder pressten an irgend einer beliebigen Stelle die beiden Schalenklappen zum Durchtritt auseinander. Ueber die eigentliche Bedeutung und Funktion dieser merkwürdigen Körper ist noch nichts ermittelt. Balbiani hält sie für männliche Befruchtungselemente und vergleicht sie mit den Antheridien der Kryptogamen; doch hat er keine tatsächlichen Beobachtungen dafür beigebracht und außerdem sind keine pflanzlichen Spermatien bekannt, die den Nesselkapseln ähnlich wären. Balbiani und Lieberkühn haben aus der Spore eine kleine Amöbe heraustreten sehen und geben an, dass die Polkörper gar keine Rolle dabei spielen. Bütschli, der nie Gelegenheit hatte, eine Weiterentwicklung des Sporeninhalts zu beobachten, ist jedoch der Ansicht, dass den Polkörpern wol irgend welche wichtige Bedeutung bei der Sporenentleerung zukommen müsse.

Die Myxosporidie der Harnblase des Hechts lebt frei und hüllenlos auf der Oberfläche der Blasenschleimhaut. Auch bei dieser Form sind Ento- und Ektosark geschieden. Im Gegensatz zu dem letzten Beobachter der Hechtmyxosporidie, Gabriel, der diesen Tieren jede Art von amöboider Beweglichkeit abspricht, constatirte Bütschli, dass die hyaline Rindenschicht ähnlich wie bei Amöben einen fortwährenden Gestaltenwechsel durch ihre Veränderungen hervorruft. Entweder bildet sie an einzelnen Stellen blasse, sehr veränderliche, bruchsackartige Fortsätze oder das ganze Ektosark ist in ähnlicher Weise in träger Bewegung begriffen, wie bei *Pelomyxa*. In manchen Fällen ist die Oberfläche ganz oder nur zum Teil mit feinen, haarartigen Fortsätzen versehen, die zuweilen geweihartig verzweigt sind. Diese Bildungen vergleicht der Verf. mit den kurzen borsten- oder stachelartigen Auswüchsen gewisser Amöben (*Dactylosphaerium*, *Chaetoproteus*), die ebenfalls vollkommen rigid erscheinen. Er konnte sich auch davon überzeugen, dass die Bewegungslosigkeit der Fortsätze der Myxosporidie nur eine scheinbare ist, denn er sah, wie einzelne langsam eingezogen und daneben neue hervorgetrieben wurden. Sie gehören also auch zu den pseudopodienartigen Bildungen und die Myxosporidie ist mithin im Stande, sowol stumpfe, breite, wie auch feine und verästelte Fortsätze entwickeln zu können. Das Entosark enthält sehr zahlreiche kleine Kerne, die ähnlich wie bei der andern Form deutlich eine dunkle Hülle und einen granulirten Inhalt erkennen lassen, und außerdem Fettkörner, sowie Hämatoidinkrystalle. Diese Krystalle, die dem Organismus eine orangegelbe Färbung verleihen, liegen stets in großen Fettkügelchen, nie frei im Protoplasma. Sie stammen jedenfalls aus dem Blute des Wirts und und können nicht, wie dies von Gabriel geschehen ist, mit den gelben Pigmentkörnern der Myxomyceten in Parallele gebracht werden. Die Sporen dieser Myxosporidie haben die Form einer leicht gebogenen langen Spindel. Ihre Schale lässt eine Zusammensetzung aus zwei Klappen nicht sicher erkennen. Im Centrum der Spore liegt ein

Kern, an den beiden Spindelenden je ein Polkörper, der ganz wie bei den andern Myxosporidien beschaffen ist.

Ueber die Entstehungsweise dieser Sporen bringt Bütschli zuerst einige nähere Aufschlüsse. Er fand beim Zerdrücken von Myxosporidien große Mengen blasser, wenig granulirter Plasmakugeln, die meist 6 Kerne enthielten. Diese Kugeln deutet er als die erste Bildungsstufe der Sporen. Bei manchen war noch gar keine Hülle vorhanden, andere aber besaßen eine zarte Umhüllungshaut. In einem weitern Stadium war die Kugel innerhalb ihrer Hülle in zwei dreikernige Tochterkugeln zerfallen. Jede derselben wird zu einer Spore, indem sie sich in die Länge streckt und Spindelgestalt annimmt. Der eine Kern bleibt im Centrum liegen, während die beiden andern nach den Enden der Spindel rücken. Etwas proximal von letztern treten die Polkörper in Gestalt kleiner, glänzender Körperchen auf, die sich vergrößern und allmählich in echte Polkörper umbilden. „Gleichzeitig schwinden dann die beiden Kerne."

Ueber die Entwicklung der Polkörper, namentlich über die Rolle, welche die beiden endständigen Kerne bei Ausbildung derselben spielen, konnte der Verf. auch bei Untersuchung der andern Myxosporidie nicht ins Klare kommen. Hier schien es ihm, als ob die Polkapseln innerhalb der Kerne sich ausbildeten, während er bei der Form aus der Harnblase sich davon überzeugte, dass die Anlagen der Polkörper außerhalb der Kerne auftreten und sich ohne direkte Beziehung zu denselben fertig ausbilden. Doch stellte er auch für die Kiemenmyxosporidie fest, dass ihre Sporen sich aus dreikernigen Plasmamassen bilden. Der eine der drei Kerne wird auch hier zum Zellkern der Spore, während die beiden andern bei der Ausbildung der Polkörper mehr und mehr reducirt werden und schließlich spurlos verschwinden.

Zum Schluss erörtert der Verf. noch die Beziehungen der Myxosporidien zu den nächststehenden Gruppen, nämlich den Gregarinen, den Myxomyceten und amöbenartigen Sarkodinen (z. B. *Pelomyxa*), und kommt zu dem Resultat, dass gewisse Uebereinstimmungen im Bau und in der Sporulation allerdings auf eine gemeinsame Abstammung aller dieser Formen schließen lassen, dass jedoch die Unterschiede im Bau der ausgebildeten Myxosporidien und ihrer Sporen von den entsprechenden Stadien der andern Formen erheblich genug seien, um die Myxosporidien als besondere Gruppe neben die Gregarinen zu stellen. Ganz besonders bezeichnend für diese neue Abteilung sei das Vorkommen von nesselkapselartigen Polkörpern in den Sporen.

K. Brandt (Berlin).

Ueber mechanische, thermische und chemische Nervenreizung.

(Schluss.)

Bei Anwendung mechanischer Einzelreize kam Tigerstedt zu einem mit dem Hermann'schen übereinstimmenden Resultat.

Eine Frage, bei deren Untersuchung die mechanische Reizmethode der elektrischen entschieden vorzuziehen wäre, bisher jedoch noch nicht in Anwendung gekommen ist, betrifft die Erregbarkeitsveränderungen einer von einem Kettenstrom durchflossenen Nervenstrecke.

Eine große Zahl von Untersuchungen liegt vor über die Einwirkung der Wärme oder Kälte auf Nerven. Die Methode, deren man sich hiebei bediente, bestand zumeist in dem Eintauchen des zu erwärmenden oder abzukühlenden Nerven in verschieden temperirte, möglichst indifferente Flüssigkeiten (neutrales Oel, 0,6 % Kochsalzlösung). Grützner (Pflüger's Arch. XVII) benützte doppelwandige rinnen- oder cylinderförmige Metallgefäße wie auch hohle Metallhaken, innerhalb deren Wandungen Wasser von der gewünschten Temperatur strömte und auf welche der Nerv passend gelagert wurde.

Es ist ein allgemeines Gesetz, dass die Erregbarkeit reizbarer Gebilde bis zu einer gewissen Grenze, welche sehr verschieden ist bei Tieren aus verschiedenen Classen, mit steigender Temperatur zu- und mit sinkender abnimmt. Nach Afanasieff (Arch. f. Anat. und Physiol. 1865), erreicht die Erregbarkeit motorischer Froschnerven ihr Maximum bei etwa 35° C. In Uebereinstimmung mit Valentin sah er, wenn die Präparate frisch waren und der Nerv rasch einen Temperaturgrad über 35° C. erreichte, oft Muskelzuckungen erfolgen, welche besonders heftig waren bei 40—45° C. Eckhard dagegen war bei seinen Untersuchungen (Ztschr. f. rat. Med. I. 10) zu dem Resultat gekommen, dass nur solche Temperaturen den motorischen Froschnerven zu erregen vermögen, welche denselben töten oder doch in tiefgreifender Weise schädigen. Auch sollte die Erregung ihm zufolge nicht sowol durch Schwankungen der Temperatur, als vielmehr durch die absolute Höhe dieser letztern bedingt sein, eine Anschauung mit der auch die Ergebnisse neuerer Untersuchungen übereinstimmen. Dagegen hält Pickford (Zeitschr. f. rat. Med. II. 1) wie Afanasieff, gerade rasche thermische (sowohl positive wie negative) Schwankungen für erregend.

Grützner (Pflüger's Arch. XVII), welcher zuerst auch das Verhalten der Warmblüternerven gegen Kälte und Wärme untersuchte, fand, dass weder rasche noch langsame Erwärmung motorischer Nerven vom Hunde oder Kaninchen Muskelzuckungen auszulösen vermag, auch wenn die Temperatur eine tötliche ist (60—70° C.). Ein gleiches Verhalten würde nach G. auch für motorische Kaltblüternerven als Regel anzusehen sein. Dass Muskelzuckungen eintreten, wenn der Nerv noch höhern und andrerseits sehr niedern Temperaturen (unter

0°) ausgesetzt wird, kann nicht wol als allein durch thermische Reizung bedingt angesehen werden, indem noch andere Momente, insbesondere mechanische Einwirkungen hier in Betracht kommen dürften, welche Harless (Zeitschr. f. rat. Med. III. 8) übrigens sowol für die erregende Wirkung einer Temperatur von etwa 78° C. als auch für die gleiche Wirkung starker Abkühlung allein verantwortlich macht. Ebensowenig wie bei Erwärmung sah Grützner Muskelzuckungen auftreten, wenn der Nerv rasch oder langsam bis nahe an 0° C. abgekühlt wurde. Dabei leidet aber das Leitungsvermögen des Nerven ebensowol wie dessen Erregbarkeit in hohem Grade und es dürfte die Unwirksamkeit niederer Temperaturgrade im wesentlichen darauf zurückzuführen sein; denn dass unter andern Umständen starke Abkühlung als Reiz, wenigstens auf sensible Nervenfasern zu wirken vermag, geht schon aus den bekannten Versuchen von E. H. Weber (Handwörterbuch d. Physiol. III. 2. 1846) hervor, welcher zeigte, dass bei Einwirkung der Kälte auf den Ulnarisstamm des Menschen (Eintauchen des Ellenbogens in Eiswasser) zunächst Schmerz und später erst Unempfindlichkeit der von diesem Nerven versorgten Hautpartien eintritt. Höchst bemerkenswert ist die Verschiedenheit der Reaktion motorischer und sensibler Nerven bei Einwirkung thermischer Reize, ein Gegenstand, der in neuerer Zeit besonders von Grützner genauer untersucht wurde. Während nämlich, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, Erwärmung motorischer Nerven nur ausnahmsweise Muskelzuckungen auslöst, sind die Reizeffekte bei Erwärmung sensibler Nerven sehr auffallend. Brachte G. den centralen Stumpf des Hüftnerven eines Warmblüters auf eine die Körperwärme des Tiers nur wenig übersteigende Temperatur, so waren deutliche Zeichen von Schmerzempfindung und reflectorische Blutdrucksteigerung die regelmäßige Folge. Desgleichen fand E. H. Weber wie die Abkühlung so auch die Erwärmung des *N. ulnaris* am Menschen auf 51—52° C. schmerzhaft, ohne dass Muskelzuckungen aufgetreten wären. Es ist durch zahlreiche Untersuchungen sichergestellt, dass die glatten Muskeln der Gefäße von zweierlei Nervenfasern beeinflusst werden, solchen, deren Erregung Contraction und andern, deren Erregung Erschlaffung der Muskeln und Erweiterung der Gefäße bewirkt. Man bezeichnet die einen als vasoconstrictorische, die andern als vasodilatatorische Fasern. Diese letztern, soweit sie die Hautgefäße versorgen, fand Grützner, ebenfalls für den Wärmereiz empfänglich, während die ersteren ein gleiches Verhalten zeigten, wie die motorischen Fasern der willkürlichen Muskeln, die sekretorischen Drüsennerven und die Gefäßerweiterer der Drüsen.

Es zeigt sich also „dass durch eine Erwärmung auf 45—50° C. erregt werden die centripetalen Nerven der verschiedensten Art, während mit Ausnahme der Hautgefäßerweiterer die centrifugalen in ihrer Erregbarkeit wol bedeutend beeinflusst, aber nicht direkt gereizt

werden.“ Fasst man, wofür manches spricht, Erregbarkeitssteigerung und Erregung nur als quantitativ verschiedene Vorgänge auf, so ergibt sich dem entsprechend auch nur eine quantitativ verschiedene Reaktionsweise verschiedener Nerven gegen thermische Einflüsse. Die Ursache derselben kann dann entweder in den Endapparaten (Muskeln, Drüsenzellen, Ganglien) oder in den Fasern selbst gesucht werden. Durch du Bois-Reymond's Entdeckung der mit der Erregung des Nerven stets verknüpften negativen Schwankung des Nervenstroms sind wir in den Stand gesetzt, unabhängig von den natürlichen Endapparaten vermittels des Galvanometers den Erregungszustand eines Nerven nachzuweisen und es scheint demnach möglich, durch Untersuchung der negativen Schwankung des Nervenstroms bei thermischer Reizung die angeregte Frage zu entscheiden. Du Bois-Reymond selbst hatte bereits nach allerdings nicht einwandfreien Methoden negative Schwankung des Nervenstroms bei thermischer Reizung (durch Abbrennen von mit Wasser angeknetetem Schießpulver) beobachtet und auch Grützner (Pflüger's Arch. XXV) sah bei möglichster Vermeidung aller Fehlerquellen oft eine geringe Schwächung des ruhenden Nervenstroms, wenn entweder das centrale oder auch das periphere Ende des Froschischiadicus erwärmt wurde. Indessen erscheint diese negative Schwankung nicht nur viel geringfügiger als bei elektrischer Reizung, sondern sie unterscheidet sich von dieser auch durch die oft lang anhaltende Nachwirkung. Der geringe Betrag der Schwankung dürfte wol hauptsächlich auf ungleichzeitiger Erregung der einzelnen Fasern beruhen, wofür auch der Umstand spricht, dass Grützner bei chemischer Nervenreizung nur dann eine deutlich ausgesprochene negative Schwankung des Nervenstroms beobachtete, wenn in Folge gleichzeitiger Erregung vieler Fasern ein heftiger Tetanus des Muskels ausbrach. Die Aussicht mittels des Galvanometers die in Rede stehende Frage zu entscheiden, ist daher von vornherein nicht groß, und in der Tat haben auch Versuche, welche Grützner weiterhin an rein sensiblen und rein motorischen Nerven (hintere und vordere Rückenmarkswurzeln) anstellte, zu keinen entscheidenden Ergebnissen geführt; G. neigt sich der Ansicht zu, dass die Verschiedenheit der Wirkung thermischer Reize den Endapparaten der Nerven zuzuschreiben ist. Dagegen hat man, gestützt auf gewisse klinische Beobachtungen vielfach eine verschiedene Widerstandsfähigkeit sensibler und motorischer Nervenfasern gegen mechanische Eingriffe angenommen, und auch die experimentellen Untersuchungen von Lüderitz scheinen mit dieser Annahme in Uebereinstimmung zu stehen (Zeitschr. f. klin. Med. II. Bd. 1880). Bei allmählich verstärkter Schnürung des noch mit Muskeln umhüllten *N. ischiadicus* (vom Kaninchen) mittels einer Fadenschlinge beobachtete nämlich L. in den meisten Fällen, dass die Leitungshemmung, welche, soweit sie die motorischen Fasern betrifft, schon von Weir Mitchell (Injuries of

nerves and their consequences 1872) als Folge continuirlichen Drucks genauer untersucht wurde, für diese früher eintrat als für die sensiblen Fasern. Bisweilen fand L. elektrische Reizung mit starken Induktionsströmen oberhalb der Schnürstelle motorisch ganz unwirksam, während Reizung der Wadenhaut deutliche Schmerzensäußerung hervorrief. Auch bezüglich der Wiederherstellung der Motilität und Sensibilität nach Lösung der Schlinge ergab sich oft eine Differenz im gleichen Sinne; man könnte daran denken, das geschilderte Verhalten auf eine verschiedene Anordnung der motorischen und sensiblen Fasern in dem geschnürten Nerven zurückzuführen, indessen ist, was auch L. hervorhebt, eine Verschiedenheit der Druckgröße an verschiedenen Stellen des Nervenquerschnitts bei der getroffenen Versuchsanordnung kaum anzunehmen. Neue Aufschlüsse über die angeregte Frage, ob verschiedene Nervenfasern sich mechanischen Eingriffen gegenüber verschieden verhalten, versprechen Untersuchungen von Grützner, deren ausführliche Mitteilung noch nicht erfolgte (vergl. Breslauer ärztliche Zeitschr. 1881 Nr. 11).

In Erwägung des Umstands, dass der Erregungsvorgang zweifelsohne mit chemischen Veränderungen der Substanz der gereizten Gewebe verknüpft ist und dass wir vielleicht berechtigt sind auch andere künstliche Reize nur als besondere Arten chemischer Reizmittel zu betrachten — eine Anschauung, die bezüglich der Elektricität zuerst v. Bezold (Untersuchungen über die elektr. Erreg. d. Muskeln und Nerven 1861) aussprach — verspricht das genauere Studium der Einwirkung der im engern Sinne als „chemische Reizmittel“ bezeichneten Substanzen mancherlei Aufschluss. Eine weitere Anregung zum Studium der chemischen Muskel- und Nervenreizung ist, wie Kühne hervorhob (Arch. f. Anat. und Physiol. 1859) in dem Umstande begründet „dass wir dabei nicht blos auf quantitativ verschiedene Reize beschränkt bleiben, wie bei der elektrischen, thermischen oder mechanischen Reizung, sondern in jedem wirksamen chemischen Körper auch einen qualitativ verschiedenen Erreger besitzen.“ Während jedoch die Lehre von der chemischen Muskelreizung durch Hering (Wiener akadem. Sitzungsber. LXXIX 1879) in neuerer Zeit eine wesentliche Umgestaltung erfuhr, indem sich herausstellte, dass man es hier in vielen Fällen nicht sowol mit einer direkten, durch die angewendete Substanz bedingten, chemischen Reizung sondern vielmehr mit einer elektrischen, durch den Demarkationsstrom des angeschnittenen Muskels bewirkten Erregung zu tun hat, steht die Lehre von der chemischen Reizung des Nerven noch heute im Wesentlichen auf demselben Punkte, den sie insbesondere durch die Untersuchungen von Eckhard, Kölliker und Kühne erreicht hat. Wenn die Resultate den gehegten Erwartungen bisher vielleicht nicht ganz entsprochen haben, so liegt dies gewiss zum Teil mit in den Schwierigkeiten begründet, welche das Untersuchungsobjekt selbst und zwar

sowol die einzelne Faser, wie auch der ganze Nervenstamm, der Anwendung chemischer Reizmittel entgegenstellt. Die allseitige nur hier und da unterbrochene Markumhüllung des Axencylinders dürfte das rasche Eindringen der angewendeten Lösungen verhindern und nötigt oft die Substanzen in concentrirterer Form anzuwenden, als es sich zu einem genauern Studium wol empfehlen würde. Auch ist die Ungleichzeitigkeit der Erregung der einzelnen Fasern, welche durch das allmähliche Eindringen der reizenden Substanz von der Peripherie des Nervenstamms her notwendig bedingt wird, sehr hinderlich.

Mit Rücksicht auf die seinerzeit so lebhaft diskutirte Streitfrage, ob dem Muskel eine von den in ihm enthaltenen Nerven unabhängige eigene Irritabilität zukommt, schien es von Wichtigkeit, Substanzen zu finden, welche entweder nur als Nervenreize oder nur als Muskelreize zu betrachten sind. In dieser Beziehung bietet insbesondere die Wirkung des Ammoniak Interesse. Während die Substanz des quergestreiften Muskels eine außerordentliche Empfindlichkeit gegen Ammoniakdämpfe zeigt, ist die zuerst von A. v. Humboldt und später von Funke (Ber. d. sächs. Akad. 1859 und Pflüger's Arch. IX) sowie Wundt und Schelske (Heidelberger Verhandlungen 1859 und Arch. f. Anat. und Physiol. 1860) aufgestellte Behauptung, dass das Ammoniak auch den motorischen Nerven zu erregen vermag, von Kühne (Arch. f. Anat. und Physiol. 1860) lebhaft bestritten worden, nachdem zuvor schon Eckhard jegliche erregende Wirkung des Ammoniak auf Nerven vermisst hatte. Es könnte scheinen, dass das concentrirte Glycerin im entgegengesetzten Sinne auf Muskel und Nerv einwirkt, da Kühne fand, dass ein Muskel bei dem Eintauchen eines frisch angelegten Querschnitts vollständig ruhig bleibt, während nach kurzer Zeit ein mächtiger Tetanus ausbricht, wenn der Nerv in concentrirtes Glycerin getaucht wird. Indessen ist, wie Hering gezeigt hat (l. c.), das Ausbleiben der Erregung im Augenblick der Berührung eines frischen Muskelquerschnitts mit concentrirtem Glycerin (wie auch aq. destill., Sublimat, syrupöse Milchsäure) darauf zurückzuführen, dass die genannten Flüssigkeiten schlechte Elektricitätsleiter sind und daher die Erregung des Muskels auf elektrischem Wege durch Nebenschließung des eignen Stroms verhindern.

Da der Verlauf und Charakter der Erregungserscheinungen, welche man bereits seit lange als Folgen der Vertrocknung eines motorischen Nerven kennt, durchaus mit jenen übereinstimmt, die man bei Applikation von Kochsalz (wie auch Harnstoff, Zucker, Glycerin) in Substanz oder in stärkern Lösungen beobachtet, so hat man in allen diesen Fällen die Wasserentziehung für die eigentliche Erregungsursache gehalten, und in der Tat lässt sich die fibrilläre Unruhe des Muskels und sogar der bereits völlig entwickelte Tetanus rasch wieder durch Wasserzufuhr beseitigen. Da jedoch Lösungen von NaCl noch in ziemlich starker Verdünnung den motorischen Nerven erregen,

so erscheint die erwähnte, von Eckhard gegebene Deutung doch zweifelhaft.

Es gilt übrigens nicht nur für Nerven, sondern auch für andere irritable Gebilde (Muskel, Flimmerzellen), dass sie sowol eine Verminderung wie auch eine Vermehrung ihres Wassergehalts bis zu einer gewissen Grenze ohne tiefergreifende Schädigung zu ertragen vermögen, indem die durch den Eingriff bedingten Funktionsstörungen sich durch Entziehung oder Zufuhr von Wasser wieder beseitigen lassen. Desgleichen ist in vielen Fällen eine Restitution auch nach andersartigen chemischen Veränderungen der Substanz irritabler Gewebe möglich. So gelingt es die durch direkte Einwirkung stark verdünnter Kalisalzlösungen bewirkten Erregbarkeitsveränderungen von Nerven (und Muskeln) durch Auslaugen mittels indifferenter Flüssigkeiten wieder zu beseitigen (Ranke, Lebensbedingungen der Nerven und Biedermann, Wiener akadem. Sitzungsber. LXXXIII). Zum genauern Studium der chemischen Reizung dürften sich jene Substanzen am meisten empfehlen, welche den Nerven erregen, ohne dessen Lebenseigenschaften sofort und dauernd zu vernichten. Für den quergestreiften Muskel sind in dieser Beziehung gewisse Natronsalze und insbesondere das Na_2CO_3 in hohen Verdünnungsgraden von besonderm Interesse (Biedermann, Wiener akadem. Sitzungsber. LXXXII), indem es nicht nur die Anspruchsfähigkeit des Muskels für andersartige Reize steigert, sondern auch zu rhythmischer Erregung desselben führt. Bei der weitgehenden Uebereinstimmung im Verhalten von Muskel und Nerv muss es als auffallend bezeichnet werden, dass verdünnte Lösungen von Na_2CO_3 die Erregbarkeit des letztern früher oder später ohne vorhergehende Steigerung und ohne erregend zu wirken herabsetzen. Umgekehrt erhält sich die Erregbarkeit eines Nerven in stark sauren Lösungen (z. B. mit Milchsäure angesäuerter 0,6% NaCl-Lösung), die den eingetauchten Muskel rasch töten, verhältnissmäßig lange, worauf schon Ranke (Lebensbeding. d. Nerven) aufmerksam machte.

Eine große Anzahl chemischer Substanzen (und es gehören hierher insbesondere die meisten Säuren) bewirken nur in so concentrirtem Zustande Erregung des Nerven, dass eine rasche Vernichtung der Lebenseigenschaften desselben die notwendige Folge ist. Dass dies jedoch nicht Bedingung der Erregung auf chemischem (und thermischem) Wege ist, wie Eckhard glaubte, geht aus dem bisher mitgeteilten hervor.

Während die Säuren meist nur bei hoher Concentration erregend wirken, tun dies die kaustischen Alkalien noch bis 0,8 %, nach Kühne sogar bis zu 0,1 % herab. Es ist bemerkenswert, dass die neutralen Kalisalze CkCl, K_2SO_4, KNO_3), welche in Substanz oder in concentrischer Lösung angewendet den Nerven sehr rasch töten, entweder gar nicht oder im Vergleich zu den entsprechenden Natron-

salzen nur in geringem Maße erregend wirken. Es dürfte dabei allerdings, wie auch bei dem Versuch, Nerven durch Kälte zu erregen, die rasche Beeinträchtigung des Leitungsvermögens am Orte der Einwirkung mit in Betracht kommen. In verdünnter Lösung angewendet sollen die neutralen Kalisalze nach Ranke (Lebensbeding. d. Nerven) die Erregbarkeit des Nerven zunächst erhöhen und dann erst herabsetzen. Ich konnte die erstgenannte Wirkung nicht mit Sicherheit constatiren, wenn ich mich als Prüfungsreiz der Schließung schwacher Kettenströme bediente. Dagegen nimmt regelmäßig die Anspruchsfähigkeit des mit Kalisalzlösung behandelten Nerven für selbst sehr schwache Oeffnungsreize außerordentlich zu (Biedermann l. c.).

Auf der combinirten Wirkung chemischer und elektrischer Reizung beruht eine Reihe von Erscheinungen, die geeignet sind, den schon früher erwähnten Satz zu bestätigen, dass zwei untermaximale, gleichartige oder verschiedene Reize sich gegenseitig in ihrer Wirkung auf eine und dieselbe Nervenstelle zu unterstützen vermögen. Es gehört hieher die zuerst von Harless (Zeitschr. f. rat. Med. III. 7) und Birkner (Das Wasser der Nerven in physiolog. und patholog. Beziehung 1858) gemachte Beobachtung, dass die Anspruchsfähigkeit eines motorischen Nerven für schwache elektrische (und wol auch mechanische?) Reize, in dem dem Ausbruch des Vertrocknungstetanus kurz vorhergehenden Stadium außerordentlich zunimmt. Ein Gleiches gilt auch bei Behandlung eines Nerven mit concentrirter Kochsalzlösung, Alkohol in starker Verdünnung (2—20 Vol. %), Glycerin und Harnstoff. Als Ursache dieser Veränderung der Anspruchsfähigkeit eines Nerven in einem gewissen Stadium nach Behandlung mit den genannten chemischen Reizmitteln[1]) gilt vielfach nicht sowol die latente chemische Erregung, als vielmehr eine erhöhte Erregbarkeit. Die erstere Anschauung wird insbesondere von Grünhagen (Zeitschr. f. rat. Med. III. 26 und Pflüger's Arch. IV) vertreten, welcher in Uebereinstimmung mit Engelmann (Pflüger's Arch. III) den sogenannten Ritter'schen Oeffnungstetanus auf das Wirksamwerden latenter, innerer (chemischer) Reize in der durch den schwindenden Anelektrotonus in den Zustand erhöhter Erregbarkeit versetzten anodischen Nervenstrecke zurückführt. Eine besondere Form der Oeffnungszuckung muss in gleicher Weise gedeutet werden (Biedermann, Wiener Sitzungsber. LXXXIII 1881) und nach Engelmann (l. c.) wäre auch das Auftreten des Schließungstetanus nur dann zu erwarten, wenn der Nerv sich in einem latenten Erregungszustand befindet.

Bisher wurde fast ausschließlich von der chemischen Reizung motorischer Nerven gesprochen und in der Tat besteht auch hier,

1) Der Alkohol muss selbst in verdünntem Zustande unter die Substanzen gerechnet werden, welche den motorischen Nerven zu erregen vermögen (vergl. Mommsen, Virchow's Arch. 83. Bd. p. 76).

wie bei der Einwirkung thermischer Reize ein eigentümlicher Gegensatz der Reaktionsweise motorischer und sensibler Fasern.

Schon Eckhard und Setschenow (Ueber elektrische und chem. Reizung der sensiblen Rückenmarksnerven des Frosches 1868) bemerkten, dass chemische Reizmittel auf sensible Fasern im Allgemeinen eine geringere Wirkung äußern, als auf motorische, indem es zwar leicht gelingt, einen Muskel durch Behandlung des zugehörigen Nerven mit NaCl in heftigen Tetanus zu versetzen, während bei gleicher Behandlung des centralen Nervenendes Reflexzuckungen ausbleiben. Desgleichen sah Grützner (l. c.) die (reflektorische) Blutdrucksteigerung ausbleiben, wenn er den centralen Stumpf des Hüftnerven eines Warmblüters chemisch reizte. Dagegen beobachtete er, wie auch Langendorff (Mitteilungen d. Königsberger physiolog. Laborator. 1878), Verlangsamung der Atembewegungen und exspiratorische Stillstände bei Reizung des centralen Vagus mit NaOH in concentrirter Lösung oder mit Glycerin, während concentrirte Kochsalzlösung auch in diesem Falle ohne Erfolg war.

Es geht aus dem Mitgeteilten hervor, dass thermische und chemische Reize in gewissem Sinne entgegengesetzt auf motorische und sensible Nerven einwirken. Nach Grützner's Anschauung dürfte jedoch die in den meisten Fällen zu beobachtende Unwirksamkeit chemischer Reize auf sensible Nerven zum größten Teil auf ungleichzeitiger Erregung der einzelnen Fasern beruhen, wofür auch schon der Umstand spricht, dass sehr rasch und heftig wirkende Stoffe (wie z. B. NaOH) auch centripetale Fasern unter Umständen zu erregen vermögen.

Schließlich wäre noch zu erwähnen, dass man sich der chemischen Reizung (mit concentrirter Kochsalzlösung) auch zur Prüfung von Erregbarkeitsveränderungen des Nerven bediente (Pflüger, Fleischl). Indessen verdient hier jedenfalls die elektrische und wo diese nicht anwendbar, die mechanische Reizmethode (mit den neuern Hilfsmitteln) den Vorzug.

W. Biedermann (Prag).

J. Leeser, Die Pupillarbewegungen in physiologischer und pathologischer Beziehung.

Von der med. Fakultät der Universität Halle-Wittenberg gekrönte Preisschrift.

Wiesbaden. J. F. Bergmann 1881. 8°. 124 S.

Verfasser hat sich der sehr dankenswerten Aufgabe unterzogen, den heutigen Stand unserer Kenntnisse über das in physiologischer und klinischer Beziehung so wichtige Thema der Pupillarbewegung

in umfassender Weise zusammenzustellen. Eigene anatomische und experimentelle Arbeiten zur Lösung noch strittiger Fragen dürfen wir allerdings bei ihm nicht suchen und auch von casuistischem Material ist nur wenig Neues verwertet; aber der Verfasser hat es verstanden, durch geschickte und gewissenhafte Benützung der durch zahlreiche Anatomen und Experimentatoren festgestellten Tatsachen und der noch reichlichern einschlägigen Casuistik die sicher gestellten Resultate der Forschung und Beobachtung in übersichtlicher Weise uns vor Augen zu führen, und in noch streitigen Fragen hat er nach kritischer Gegenüberstellung der herrschenden Ansichten stets in bestimmter Weise Stellung genommen.

Eine Darstellung der anatomischen Verhältnisse der Irismuskulatur und der zu derselben hinstrebenden Nerven leitet die Abhandlung ein. Während die Anatomie des *Sphincter iridis* längst abgeschlossen ist, wurde über die Existenz und feinere Struktur des Dilatator ein langer und hartnäckiger Streit geführt. Heute kann wol auch dessen Vorhandensein in der menschlichen Iris als sicher nachgewiesen gelten und ist sein feinerer Bau sehr genau bekannt [1]).

Was wir Genaueres über den Verlauf speciell der pupillenverengernden Fasern wissen, welche, wie bekannt, aus dem *N. oculomotorius* stammen, kann nur dem physiologischen Experiment entnommen werden. Durch die Versuche von Hensen und Völkers und von Adamük ist sicher gestellt, dass diese Fasern das *Ganglion ciliare* passiren und durch die kurzen Ciliarnerven zum Bulbus gelangen. Bezüglich des Ursprungs derselben weichen die genannten Experimentatoren von einander ab, doch scheint so viel festzustehen, dass die pupillenverengernden Fasern ein besonderes, von dem des Oculomotorius getrenntes Centrum besitzen.

Eine direkte Reizung dieser Fasern kommt wol unter normalen Verhältnissen gar nicht vor. Um so wichtiger sind aber die indirekten Reizungen und unter diesen zunächst die bekannte reflektorische Erregung vom *N. opticus* aus. Meynert's und Stilling's Untersuchungen haben es höchst wahrscheinlich gemacht, dass in der *Medulla oblongata* die Uebertragungsstelle für die reflektorische Pupillenbewegung zu suchen sei. Die das *Corpus geniculatum mediale* durchsetzenden Opticusfasern scheinen vorzugsweise, wenn nicht ausschließlich, zur Reflexübertragung auf den Oculomotoriuskern resp. die ihm zugehörigen pupillenverengernden Fasern zu dienen. Diese reflektorische Pupillenverengerung, deren Zweck ohne Weiteres klar ist, scheint, wie Heddaeus (Inaugural Diss. Halle, 1880. S. 46)

1) Die von Michel 1875, Jeropheef und Merkel gegenüber, noch in Abrede gestellten circulären Faserzüge als Abschluss des Dilatator gegen den Ciliarkörper hin sind, wie Referent versichern kann, ganz bestimmt vorhanden und durch geeignete Präparation schon beim neugebornen Kinde nachzuweisen.

wahrscheinlich gemacht hat, nur bei Erregung der *Macula lutea* und „einer vielleicht noch näher zu limitirenden Netzhautpartie im Umkreis derselben" einzutreten, während ein Lichtreiz, welcher nur periphere Netzhautabschnitte trifft, keine Pupillenreaktion auszulösen vermag.

Großes Interesse bietet weiterhin die sog. consensuelle Pupillenreaktion. Die heute kaum mehr bestrittene Semidecussation der Sehnerven im Chiasma des Menschen scheint für die Erregung beider Oculomotoriuscentren von jeder Netzhaut aus auf den ersten Anblick eine ausreichende Erklärung zu bieten. Beobachtungen jedoch an Kranken mit homonymer Hemianopsie (bei denen also nur der eine *Tractus opticus* leitungsfähig ist, beide Pupillen aber dennoch auf Lichteinfall direkt sowol, als consensuell sich zusammenziehen und somit von einem *Tractus opticus* aus der Reflex auf beide Oculomotoriuskerne übertragen werden muss), zwingen unabweislich zur Annahme einer Verbindung zwischen beiden pupillenverengernden Centren. Ueber das Wo und Wie dieser Verbindung stellt Verfasser einige theoretische Betrachtungen an und entwirft vier, den klinischen Erfahrungen am besten entsprechende Schemata, welche im Originale nachzulesen sind.

Die zugleich mit der Accommodationsbewegung für die Nähe erfolgende Pupillenkontraktion ist als Mitbewegung aufzufassen. Aus Adamük's bekannten Versuchen und neuern von Hensen und Völkers (Arch. f. Ophthalm. XXIV 1 S. 23, 1878) geht hervor, dass die drei Centren für den *Musculus ciliaris*, den *Sphincter pupillae* und den *Rectus internus* unmittelbar auf einander folgend, im hintersten Teile des Bodens des dritten Ventrikels gelegen sind.

Dass eine Lockerung resp. Lösung dieser drei koordinirten Bewegungen bis zu einem gewissen Grade stattfinden und namentlich künstlich, durch Uebung herbeigeführt werden kann, ist bekannt, und das Vorhandensein eines (antagonistischen) von Adamük gefundenen Centralorgans für die Seitenbewegungen der Augen einerseits und des in der *Medulla oblongata* gelegenen Centrums für die Pupillenerweiterung, welches mit dem erstern in ähnlicher Beziehung zu stehen scheint, wie das pupillenverengernde zum Centrum für den *Rectus internus*, andrerseits — gibt uns die Möglichkeit einer Erklärung jener künstlichen Lösung des Associationsverhältnisses an die Hand.

[Während in der Regel und gewiss in den weitaus meisten Fällen die die Accommodationsbewegung vermittelnden Nervenfasern in derselben Bahn wie die pupillenverengernden zum Auge gelangen, so kommt es doch auch vor, dass, wie Adamük bei seinen Experimenten einige Male erfahren hat und wie auch durch die Analyse einiger interessanter klinischer Beobachtungen bestätigt wird, die pupillenverengernden Fasern in der Bahn des Abducens ihren Weg zum Auge nehmen. Eine Beobachtung v. Graefe's (Arch. f. Ophthalm.

II, 2., S. 299) von Lähmung sämmtlicher Augenmuskeln mit Erhaltensein der Accommodation und der mit ihr einhergehenden Pupillenkontraktion und Fehlen der Pupillenreaktion auf Licht, könnte den Gedanken an einen abnormen Verlauf der die Accommodation vermittelnden und pupillenverengernden Fasern im *N. trigeminus* nahe legen. Doch lässt der Fall auch eine andere Erklärung zu: Intaktsein der am weitesten nach vorn liegenden Centren für den Ciliarmuskel und *Sphincter pupillae* und der daraus entspringenden Fasern bei Aufhebung der Verbindung, welche zwischen *Tractus opticus* und dem pupillenverengernde Centrum angenommen werden muss; — dem Referenten scheint diese Erklärung den Vorzug zu verdienen.]

Bezüglich der pupillenerweiternden Nerven, bei welchen wir die muskulomotorischen Fasergruppen für den Dilatator und die vasomotorischen für die radiär verlaufenden Irisgefäße zu unterscheiden haben, lässt sich auf Grund von Tierversuchen und zahlreichen klinischen Beobachtungen nur so viel mit einiger Sicherheit aussagen, dass dieselben aus der *Medulla oblongata* stammen und zwar aus zwei verschiedenen Centren, deren eines, das *oculo-pupillare*, die motorischen Fasern für den Dilatator enthält, während das andere für die Gefäßmuskulatur der Iris wol in dem im obern Teile der Rautengrube nachgewiesenen, aber noch nicht genauer lokalisirten, gemeinsamen Centrum für die vasomotorischen Nerven enthalten ist. Beide Gruppen von Fasern treten durch das Halsmark und aus diesem durch die Wurzeln der beiden obersten Brust- und der beiden untersten Halsnerven in den Grenzstrang des Sympathicus. Der weitaus größte Teil dieser Fasern wenigstens tritt dann durch das oberste Halsganglion in den *N. caroticus int.* ein und gelangt endlich aus dem *Plexus caroticus* auf verschiedenen Bahnen zum Auge, von denen nur die durch das *Ganglion Gasseri* und den *Ramus ophthalmicus* sicher gestellt ist. Von andern Bahnen könnten noch die die *Art. ophthalmica* und die *Art. ciliaris* umspinnenden Fäden, sowie die *Radix sympathica* des *Ganglion ciliare* in Betracht kommen. Aber gerade für diesen letztern Weg ist es durch Versuche an Tieren für diese wenigstens sehr zweifelhaft geworden, ob pupillenerweiternde Nerven überhaupt das *Ganglion ciliare* passiren.

Die Erregung der pupillenerweiternden Fasern geschieht unter normalen Verhältnissen hauptsächlich auf reflektorischem Wege, und zwar reagirt das pupillenerweiternde Centrum auf sensible Reize jeder Art, selbst bei solchen Zuständen, die mit verengter Pupille einhergehen, bei leichter Chloroformnarkose, nach subkutaner Morphiuminjektion, im Schlafe u. s. w. Aber nicht bloß sensible, auch psychische Reize vermögen reflektorisch eine Pupillenerweiterung auszulösen. Andrerseits wird das pupillenerweiternde Centrum bei gewissen Bewegungen, welche in der *Medulla oblongata* ausgelöst werden, bei tiefer In- und Exspiration, beim Kauen und Schlucken, ferner jedes

Mal mit dem Beginn einer Geburtswehe u. s. w., in Miterregung versetzt.

Besonderes Interesse bei der Frage nach der Innervation der Irisbewegungen verdient ferner noch der *N. trigeminus*, von dem wir bereits wissen, dass zweifellos in der Bahn seines ersten Astes pupillenerweiternde Fasern zum Auge gelangen. Dass die Pupille nach Durchschneidung des Trigeminus sich stark verengt, ist eine längst bekannte und unbestrittene Tatsache. Neuere Beobachtungen haben noch hinzugefügt, dass während der Durchschneidung selbst die Pupille sich erweitert, um nach wenig Sekunden sich zu verengern und zwar in viel höherm Grade als nach Durchschneidung des Sympathicus. Verf. hält es für „ohne Weiteres klar", dass diese Erscheinung „einzig und allein" auf die gleichzeitige Durchschneidung der aus dem Halsmark und dem Grenzstrang des Sympathicus in den Trigeminus gelangenden pupillenerweiternden Fasern zu beziehen sei. Dagegen ist jedoch zu bemerken, dass diese uns bereits bekannten pupillenerweiternden Fasern den Trigeminus erst im *Ganglion Gasseri* oder in seinem Augenaste erreichen, der Stamm aber vor der Bildung des Ganglion, wie, einer früheren Behauptung Balogh's (Untersuchungen z. Naturl. v. J. Moleschott VIII, vom Verf. nicht benützt) gegenüber, aus Ochl's (Della influenza che il quinto pajo cerebrale dispiega sulla pupilla, Firenze 1863) und Wegner's (Arch. f. Ophth. XII, 2, S. 11) Angaben, bestimmt hervorgeht, keine pupillenerweiternden Fasern enthält, und dass die Durchschneidung des Trigeminus beim Kaninchen nicht selten wenigstens vor, d. h. centralwärts vom Ganglion fällt. Es scheint wol viel richtiger, diese schon nach ungefähr einer halben Stunde vorübergehende Pupillenverengerung als reflektorische und von Erregung der pupillenverengernden Fasern des Oculomotorius abhängig zu erklären, und das um so mehr, als die Verengerung eine beträchtlichere ist, als nach Sympathicusdurchschneidung. Diese Erklärung adoptirt übrigens der Verf. ganz im Widerspruch mit seiner frühern apodiktischen Aussage später selbst (S. 50). Fand die Durchschneidung des Trigeminus in oder nach dem Ganglion statt, dann wird eine mittlere Pupillenverengerung bleibend sein.

Die noch strittige Frage, ob dem Trigeminus die Fähigkeit zukomme, auf Reizung die Pupille zu verengern, wird dahin beantwortet, dass alle diejenigen Beobachtungen, welche diese Fähigkeit zu beweisen scheinen, ihre genügende Erklärung finden durch die Annahme einer Reflexwirkung auf die im *N. oculomotorius* enthaltenen pupillenverengernden Fasern. Der Einwand, dass Trigeminusreizung selbst im atropinisirten Auge noch Pupillenverengerung bewirke, während eine solche auf Oculomotoriusreizung nicht zu Stande kommt (Adamük), wird damit zu widerlegen gesucht, dass, wie Stellwag angibt, die für reflektorische und consensuelle Reize unempfängliche atropinisirte Pupille sich zusammenzieht, wenn die intraoculären Gang-

lien direkt oder durch Vermittlung der sensiblen Zweige des Trigeminus gereizt werden, eine Beobachtung, die durch die tagtägliche klinische Erfarung vollkommen bestätigt wird [1]).

Die Pupillenverengerung nach Abfluss des Kammerwassers führt Verf. auf die plötzliche Erniedrigung des intraocularen Drucks und die daraus resultirende stärkere Füllung der Irisgefäße zurück, übersieht aber, dass dieselbe Erscheinung auch nach dem Tode erfolgt, also die angegebene Ursache nur eines der hier in Betracht kommenden mechanischen Momente sein kann.

Die Fälle von scheinbar willkürlicher Pupillarbewegung entpuppen sich bei genauerer Analyse sämtlich teils als reflektorische, teils als Mitbewegung.

Ueber die Wirkung des gebräuchlichsten Mydriaticums, des schwefelsauren Atropins, spricht sich Verf. dahin aus, dass dasselbe in der gewöhnlichen Dosis (von 0,1—2%) die Pupille maximal erweitert und zwar durch Lähmung der pupillenverengernden und gleichzeitige Reizung der pupillenerweiternden Nervenfasern; dass ferner minimale Dosen die Pupille durch Reizung der pupillenverengernden Fasern verengern und sehr große Dosen dieselbe durch gleichzeitige Lähmung der pupillenerweiternden und verengernden Fasern zu mittlerer Erweiterung zurückführen. Die Angriffspunkte des Atropins sind die peripheren Nervenendigungen.

Duboisin, Hyoscyamin und Daturin unterscheiden sich nicht wesentlich in ihrer physiologischen Wirkung vom Atropin. Das neueste Mydriaticum, das Homatropin ist noch nicht berücksichtigt. Strychnin und Curare werden als „indirekt die Pupille erweiternde Gifte" bezeichnet, insofern als die Reizung des pupillenerweiternden Centrums nur durch die Ueberladung des Bluts mit Kohlensäure herbeigeführt wird und die Pupillenerweiterung bei Anwendung künstlicher Respiration, sowie nach vorheriger Durchschneidung des Halssympathicus nicht zu Stande kommt. Curare lähmt erst ganz spät und in größern Dosen direkt die pupillenverengernden Fasern.

Der Antagonist des Atropins, das Eserin oder Physostigmin lähmt wahrscheinlich peripher die pupillenerweiternden Fasern und reizt die Endausbreitung des Oculomotorius. Denselben Antagonismus zeigt das Pilocarpin und das Nicotin (in mittlerer Dosis), während das Muscarin seine pupillenverengernde Wirkung bloß der Reizung der Oculomotoriusendigungen verdanken soll. Das Morphium wirkt nach Verf. auf die Pupille in gleicher Weise, wie das Eserin, doch scheine der Angriffspunkt im Centrum zu liegen.

---

1) Eine unter Eckhard's Leitung 1878 ausgeführte Dissertationsarbeit von Argyropulos, welche die eben discutirte Frage zum Gegenstand hat, scheint dem Verf. entgangen zu sein. Ref. glaubt übrigens, dass auch den vom genannten Autor ausgeführten Experimenten der obige Einwand entgegengehalten werden könne.

Von Interesse ist endlich noch die Wirkung des Chloroforms auf die Pupille. Aus den verschiedenen, nicht genügend übereinstimmenden Angaben geht so viel mit ziemlicher Sicherheit hervor, dass dasselbe im Excitationsstadium das pupillenerweiternde Centrum reizt, dann im zweiten Stadium der Narkose die Erregbarkeit dieses Centrums allmählich bis zur vollständigen Lähmung herabsetzt, so dass auf äußere Reize keine Pupillendilatation mehr erfolgt; weiterhin unter Verengerung der Pupille bis zur Stecknadelkopfgrösse das pupillenverengernde Centrum reizt und endlich mit dem oft plötzlichen Eintreten der ominösen Pupillenerweiterung auch dieses Centrum lähmt.

Aus der großen Fülle interessanter Beobachtungen, die höchst wichtige Symptomatologie der Irisbewegungen bei verschiedenen Organ- und Allgemeinerkrankungen betreffend, können wir hier nur das Wichtigste hervorheben. Reizungsmyosis begegnen wir, abgesehen von den Affektionen in und am Augapfel, besonders bei diffusen entzündlichen Erkrankungen des Gehirns und seiner Häute, wenigstens in den Anfangsstadien, ferner bei Meningealapoplexie und dem Haematom der Dura mater. Auch die habituelle Myosis der Goldarbeiter, Uhrmacher, Graveure u. s. w. ist als Reizungsmyosis aufzufassen.

Mehr Interesse bietet die paralytische Myosis, welche in erster Linie ein Symptom aller derjenigen spinalen Prozesse ist, welche oberhalb der beiden obersten Brustwirbel bis zur *Medulla oblongata* hinauf lokalisirt sind, also der Verletzungen dieser Region und besonders der grauen Degeneration der hintern Rückenmarksstränge. Während bei rein spinaler Myosis sowol die Reaktion auf Licht als auf Accomodationsimpulse erhalten ist, findet man in manchen Fällen die Pupillenreaktion auf Licht aufgehoben neben prompter Mitbewegung bei der Accomodation. Es muss hier als begleitende Komplikation, welche ein Weitergreifen des Prozesses nach dem Centrum dokumentirt, eine Leitungsunterbrechung der Bahn zwischen Opticus- und Oculomotoriuscentrum angenommen werden.

Sehr zahlreich und interessant sind die Beobachtungen über paralytische Myosis bei Lähmungszuständen des Halssympathicus; doch verbietet uns der Raum näher darauf einzugehen.

Spasmodische Mydriasis beobachten wir bei *Meningitis spinalis*, im Reizungsstadium der Myelitis, sowie als Vorboten tabetischer Erscheinungen; ferner bei der sog. Spinalirritation; sie ist weiterhin ein nahezu konstantes Symptom der akuten Manie. Die bekannte Pupillenerweiterung bei Helminthiasis ist, wie auch einige andere Zustände, eine Reizungsmydriasis, welche auf mittelbarer Erregung des pupillenerweiternden Centrums beruht.

Paralytische Mydriasis kann vorkommen bei Hirntumoren, namentlich solchen an der Basis, ferner nach Apoplexien und bei Sinusthrombose.

Vom Verhalten der Pupille endlich bei ein- und doppelseitiger Erblindung verdienen nur noch jene ziemlich seltenen Fälle Erwähnung, in denen die Pupillenreaktion auf Licht nicht aufgehoben ist. Sie führen zur Annahme, dass diffuse, sämmtliche Fasern gleichmäßig in ihrer Leitungsfähigkeit beeinträchtigende Prozesse im *N. opticus* bei bestimmter Intensität zwar zur Aufhebung des Sehvermögens, aber noch nicht zur Sistirung der Pupillarreaktion führen, weil letztere ein feineres Reagens für Licht darstelle, als die Lichtperception (Heddaeus). Es wären sonach diejenigen doppelseitigen Amaurosen, bei denen die Reaktion auf Licht sich erhalten zeigt, entgegen der sonst geläufigen Ansicht, nicht centralwärts vom Abgang der Meynert'schen Fasern vom *Tractus opticus* zu lokalisiren, sondern auf solche diffuse Prozesse im Sehnerven selbst zurückzuführen. Hieher gehörten namentlich die Amaurosen bei Uraemie, nach schweren Organ- und Allgemeinleiden, sowie die sog. hysterische Amaurose. Als eine wesentliche Stütze für die vorgetragene Ansicht über die Natur und den Sitz dieser Erkrankung kann der Umstand dienen, dass in keinem der hieher gehörigen Fälle von doppelseitiger Amaurose, Hemianopsie der totalen Erblindung vorausgegangen ist.

H. Sattler (Erlangen).

Das Eiweiss auf seiner Wanderung durch den Tierkörper.

Von

Dr. Schmidt-Mülheim (Proskau).

Eine der bedeutungsvollsten Aufgaben der Ernährungsphysiologie ist die Erforschung der Bahnen sowie der chemischen Veränderungen des Eiweißes auf seiner Wanderung durch den Organismus. Von dieser Aufgabe ist erst ein kleiner Teil wirklich gelöst. Die gegenwärtigen Kenntnisse, soweit sie sich auf die tatsächliche Verfolgung der im Organismus verlaufenden Prozesse beziehen, lassen sich zweckmäßig in drei Abschnitten zur Darstellung bringen: der erste bespricht die Veränderungen des Eiweißes im Digestionsapparat, der zweite umfasst unser Wissen von dem Uebertritt des Eiweißes in den Säftestrom, und der letzte handelt von dem Schicksal des Eiweißes nach seinem Eintritt in die Blutbahn.

I. Die Veränderungen des Eiweisses im Digestionsapparat.

Das Studium der Eiweißverdauung nimmt seinen Anfang mit Beobachtungen Réaumur's und Spallanzani's. Erwiesen die erstern die Existenz eines besonderen Magensafts, so ergaben die andern die wichtige Tatsache, dass dieser Saft auch außerhalb des Körpers seine verdauende Kraft zu entfalten im Stande sei. Die Erkenntniss, dass

der Magensaft die Eiweißkörper löse, ist von der andern, dass diese Nährstoffe bei der Verdauung eine chemische Umwandlung erleiden, durch einen Zeitabschnitt von mehr als einem halben Jahrhundert getrennt. War es zwar inzwischen bekannt geworden, dass der Speisebrei beim Erhitzen nicht merklich gerinnt, so konnte von einer erfolgreichen Erforschung des Chemismus der Eiweißverdauung doch erst nach der Entdeckung des künstlichen Magensafts die Rede sein. An diese knüpft sich der Name Eberle. Jetzt isolirte Mialhe einen bei den künstlichen Verdauungen auftretenden Körper, der sich durch leichte Löslichkeit in Wasser, Unlöslichkeit in Alkohol, sowie durch Unveränderlichkeit beim Kochen und beim Behandeln mit Säuren charakterisirte. Dieses Verdauungsprodukt nannte er Albumose. Bald darauf lehrte Lehmann, dass bei der Pepsinverdauung der Eiweißkörper verschiedne, allerdings sehr ähnliche Körper gebildet wurden; er nannte sie Peptone, unterwarf sie der Elementaranalyse und fand, dass sie in ihrer Zusammensetzung von den Eiweißmuttersubstanzen nicht nennenswert abwichen. Auch verdanken wir Lehmann's Beobachtungen die heute noch mustergiltige Grenzreaktion zwischen den Peptonen und den Eiweißkörpern, nämlich die Essigsäure-Blutlaugensalzreaktion. Meissner ermittelte, dass neben Pepton noch ein zweiter Körper in ganz bemerkenswerter Menge gebildet werde; derselbe charakterisire sich durch seine Unlöslichkeit in jenen neutralisirten Flüssigkeiten, sowie durch seine leichte Löslichkeit im geringsten Ueberschuss von Säure oder Alkali. Dieser Körper, das Parapepton, lasse sich nicht in Pepton überführen. Mulder und Brücke stellten indessen fest, dass das Parapepton nur ein Durchgangsprodukt der Eiweißverdauung sei und dass es durch anhaltende Pepsinverdauung seiner ganzen Menge nach in Pepton verwandelt werden könne. Brücke gibt dabei an, dass das Parapepton nichts weiter sei als Syntonin, dass das Pepsin bei seiner Bildung kein notwendiger oder wesentlicher Faktor sei, dass es vielmehr durch bloße Einwirkung der Säure entstehe.

Andere vorläufige Bezeichnungen für Produkte der Pepsinverdauung rühren von Kühne her, der mit den Namen Antialbumose, Hemialbumose, Antipepton und Hemipepton verschiedene Körper belegt. Die Antialbumose soll sich hinsichtlich ihrer Reaktionen nicht von den Syntoninen unterscheiden, das aus ihr gebildete Pepton soll durch pankreatische Verdauung nicht in Amidosäuren übergeführt werden und wird Antipepton genannt. Die Hemialbumose sei die Vorstufe des Hemipeptons, d. h. eines Peptons, welches bei der pankreatischen Verdauung gleich weiter in Leucin, Tyrosin und andere Zersetzungsprodukte zerlegt werde. Die Hemialbumose sei in kaltem Wasser schwer, in heißem leicht löslich, sie werde in der Kälte durch Salpetersäure und Salzsäure gefällt, von geringem Ueberschusse der Säuren aber wieder gelöst. Leider hat uns Kühne bis zur Stunde weder eine be-

friedigende Beschreibung seines Untersuchungsverfahrens, noch eine völlig hinreichende Charakteristik seiner Körper gegeben.

Da die Meissner'sche Bezeichnung Parapepton ganz obsolet geworden und fast allenthalben die Meinung zu finden war, dass es sich bei der Eiweißverdauung einfach um Bildung von Syntonin und Pepton handle, so glaubte ich mit dem Namen Propepton einen von dem Syntonin verschiedenen Eiweißkörper belegen zu sollen, der in nicht zu späten Stadien der Pepsinverdauung in großen Mengen anzutreffen ist und als die nächste Vorstufe des Peptons aufgefasst werden muss. Dieser Körper ist sowol bei Gegenwart geringer Mengen von Säure als auch von Alkali in Wasser löslich. Diese Lösungen werden in der Siedhitze nicht coagulirt. Der Salpetersäure gegenüber zeigt er ein höchst beachtenswertes Verhalten: Salpetersäure fällt ihn in der Kälte, nimmt ihn beim Erwärmen aber wieder vollständig in Lösung. Das Propepton geht mit der Salpetersäure eine salzartige Verbindung ein, aus der beide Komponenten mit Leichtigkeit wieder abzuspalten sind. Diese Verbindung konnte ich in wolausgebildeten Sphärokrystallen erhalten. Das Propepton bildet sich nicht allein bei der Pepsin-, sondern auch bei der Trypsinverdauung und wird durch weitere Einwirkung der Verdauungsflüssigkeiten leicht und vollständig peptonisirt; auch wurde ermittelt, dass der Körper bei der künstlichen Regeneration des Eiweißes aus Fibrinpepton hervorgeht. Der Körper dürfte identisch sein mit dem Parapepton Meissner's, wol auch mit der Hemialbumose Kühne's. Die unlängst von Salkowski in bejahendem Sinne beantwortete Frage, ob neben diesem Körper noch Syntonin auftrete, wird mich an einer andern Stelle beschäftigen; hier sei nur kurz bemerkt, dass Salkowski's Methode zur Scheidung dieser beiden Körper ganz und gar ungenügend ist.

Nachdem Kühne gezeigt hatte, dass die pankreatische Verdauung zum Teil mit einer tiefgehenden Zersetzung des Eiweißes verbunden ist, richtete man auch bei der Pepsinverdauung sein Augenmerk auf das Vorkommen krystallinischer Zersetzungsprodukte. Lubavin und Möhlenfeld, Schüler Hoppe-Seyler's, stießen nun bei ihren Untersuchungen tatsächlich auf Leucin und Tyrosin; wenn sie aus der Anwesenheit dieser Körper geschlossen, dass sie aus Verdauungseiweiß hervorgegangen seien, so lag für diese Annahme wol nur so lange einige Wahrscheinlichkeit vor, als es unbekannt geblieben, dass bei der Extraktion der Magenschleimhaut mit Glycerin (die Genannten bedienten sich solcher Extrakte) eine bedeutende Menge von Leucin und Tyrosin in das Extrakt tritt. Kühne hat auf letztern Punkt mit Nachdruck hingewiesen und angegeben, dass bei der Anwendung seiner Extrakte keine Spur von Leucin und Tyrosin nachzuweisen sei. Hoppe-Seyler hat dennoch unlängst wieder hervorgehoben, dass bei verlängerter Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit aus den Peptonen langsam Leucin, Tyrosin und unbekannte Körper gebildet würden.

Ein neues Stadium für die Erforschung der Eiweißverdauung knüpft sich an den Nachweis der eiweißverdauenden Kraft des Bauchspeichels. Corvisart lehrte zuerst, dass der pankreatische Saft ganz wie der Magensaft Eiweißkörper in wahre Peptone verwandle und zwar unabhängig von der Reaktion der Verdauungsflüssigkeit. Diese Angaben stießen auf heftigen Widerspruch, den beseitigt zu haben im Wesentlichen das Verdienst Meissner's ist. Meissner hebt bei dieser Gelegenheit besonders hervor, dass nur bei schwach saurer Reaktion der Verdauungsprozess rein verlaufe, während bei Anwendung neutraler oder alkalischer Pankreasinfuse gleichzeitig Fäulnissprozesse zugegen seien.

Handelt es sich nun bei der Magenverdauung wesentlich um Hydratationsvorgänge, denn die Peptone verhalten sich zu den Eiweißstoffen wie die Hydrate zu den Anhydriden, so ist, wie Kühne nachwies, die Bauchspeichelverdauung zum Teil mit einer tiefgehenden Zersetzung der Eiweißkörper verknüpft. Kühne selbst fand von derartigen Zersetzungsprodukten nicht unerhebliche Mengen von Leucin und Tyrosin vor und glaubt sich zu der Annahme berechtigt, dass bei der Trypsinverdauung (Trypsin nennt Kühne das eiweißverdauende Ferment des Bauchspeichels) zwei Stadien zu unterscheiden seien: im ersten werde das Eiweiß peptonisirt, im zweiten eine Hälfte der Peptone (Hemipepton) weiter zersetzt, während die andere als Antipepton übrig bleibe.

Zu den genannten Amidosäuren fügten Radziejewsky und Salkowski als weiteres pankreatisches Zersetzungsprodukt der Eiweißkörper die Asparaginsäure.

Nachdem Kühne bereits angedeutet, dass bei der Einwirkung des Pankreas auf Eiweißkörper auch Indol gebildet werde, hat Nencki diesen Körper exakt nachgewiesen. Haben die Genannten auch anfänglich das Indol für ein wahres Verdauungsprodukt ausgegeben, so haben sie sich doch später selbst davon überzeugt, dass dieser Körper nur der Fäulniss sein Dasein verdanke.

Auf das bisher mitgeteilte haben sich bis vor Kurzem unsere Anschauungen von den chemischen Veränderungen des Eiweißes im lebenden Magen gestützt, denn Beobachtungen an Magenfisteln (Beaumont, Bassow und Blondlot) sowie an Darmfisteln (Busch, Thiry) konnten nur das Studium der Mechanik der Verdauung fördern, während sie die Kenntnisse von den chemischen Vorgängen nicht nennenswert bereichert haben. Das Gleiche gilt für die Beobachtungen Gosse's, der verschiedene Zeiten nach der Mahlzeit erbrochene Speisen untersuchte. Kenntnisse von den chemischen Veränderungen, welche die Eiweißkörper innerhalb des Digestionsapparats faktisch erleiden, haben wir bis vor Kurzem nicht besessen.

Als ich Methoden fand, welche eine leichte und scharfe Trennung sowie eine quantitative Bestimmung der verschiedenen Verdauungs-

produkte gestatteten, da strebte ich den Veränderungen, welche das Eiweiß innerhalb des Verdauungsapparats selbst erfärt, mit der Wage in der Hand nachzugehen, und es entstanden Untersuchungen, die sich mit der Verdauung des Fleisches innerhalb des Digestionsapparats des Hundes beschäftigen.

Als Versuchstiere dienten Hunde, die in Körpergewicht (7—9 Kgm.) und Race möglichst übereinstimmten. Sie weilten in gewöhnlichen Käfigen. Durch zweitägiges Hungern wurde ihr Magen und der größte Teil ihres Darmkanals von alten Futterrückständen befreit. 24 Stunden vor Verabreichung des Versuchsfutters erhielten sie 50 Grm. Kalbsknochen, durch sie bildet sich ein hellgrauer trockner Koth, der den auf den Versuch fallenden Teil des Darminhaltes von etwaigen älteren Futterrückständen schwach trennt.

Das Versuchsfutter bestand aus bestem Pferdefleisch, welches auf einer Fleischneidemaschine zerkleinert und alsdann eine Viertelstunde gekocht wurde. Behufs der Entfernung von stickstoffhaltigen krystallinischen Bestandteilen (Kreatin etc.) sowie von etwa anhängendem Pepton, wurde das gekochte Fleisch auf einem Siebe ausgewaschen. Zur Erhöhung der Schmackhaftigkeit des so zubereiteten Futters dienten kleine Zusätze von Kochsalz. Der Eiweißgehalt des Versuchsfutters wurde durch Stickstoffbestimmungen nach dem Dumas'schen Verfahren ermittelt.

Jeder Hund erhielt 200 Grm. Fleisch. Nach Ablauf bestimmter Zeiten wurden die Tiere durch Injektion von Cyankalium getötet. Sofort nach dem Eintritte des Todes wurde der ganze Mageninhalt, sowie der bis an den Knochenkot reichende Teil des Darminhalts sorgfältigst gesammelt und es wurden nach Zerstörung der Verdauungsfermente mittelst Aufkochens beide Teile gesondert der Analyse unterworfen.

Eine Scheidung der Verdauungsprodukte von dem unverdauten Fleische bewirkte man durch Auspressen der gekochten Massen und wiederholtes Auswaschen der Pressrückstände. Die auf diesem Wege erhaltenen Lösungen klärte man durch Filtration, während die sorgfältig gesammelten unverdauten Massen getrocknet wurden, damit später aus ihrem Stickstoffgehalte die Menge des unverdauten Fleisches bestimmt werde.

In den klaren Lösungen der Verdauungsprodukte konnte das nicht peptonisirte Eiweiß durch bloßes Aufkochen bei Gegenwart von essigsaurem Eisenoxyd nach voraufgegangner Abstumpfung der sauren Reaktion so vollständig ausgefällt werden, dass in den Filtraten auf Zusatz von Essigsäure und Blutlaugensalz nicht die Spur einer Trübung mehr entstand. Der braune Eiweißniederschlag wurde auf dem Filter gesammelt, gehörig ausgewaschen und bei 100° getrocknet. Aus seinem Stickstoffgehalte berechnete man die Menge des in Lösung gegangnen noch nicht peptonisirten Eiweißes.

Als ein vortreffliches Mittel für die Ausfällung des Peptons aus den eiweißfreien Filtraten bewährte sich die Phosphorwolframsäure; sie scheidet diesen Körper so vollständig ab, dass die sog. Biuretreaktion, welche nach meinen Beobachtungen von 1 : 10,000 noch eine wahrnehmbare Rotfärbung bewirkt, in den Filtraten kein Pepton mehr nachzuweisen vermag. Der Phosphorwolframsäureniederschlag wurde wie der Eisenniederschlag behandelt und aus seinem nach dem Dumas'schen Verfahren ermittelten Stickstoffgehalte die Menge des Peptons berechnet.

Der Darminhalt wurde auch noch auf krystallinische Zersetzungsprodukte untersucht. Zu dem Zwecke dampfte man die eiweiß- und peptonfreien Lösungen zur Trockne ein, extrahirte einen Teil des Rückstandes mit heißem Alkohol, stellte das eingeengte Extrakt zur Krystallisation hin und untersuchte es nach einiger Zeit auf die leicht erkennbaren Leucinkrystalle. In einem andren Teile des Rückstandes suchte man mit Hilfe der Piria-Städeler'schen Reaktion Tyrosin nachzuweisen. Ein letzter Teil endlich diente dazu, um an der Hand von Stickstoffbestimmungen Aufschluss über die Menge der im Darminhalte vorhandenen krystallinischen Zersetzungsprodukte der Eiweißkörper zu erhalten. Wegen der Beimengung von Gallenbestandteilen zum Speisebrei haben die auf diesem Wege ermittelten Werte natürlich nur die Bedeutung von Annäherungen, und es wird die Menge des Leucins und Tyrosins in Wirklichkeit geringer gewesen sein, als die Stickstoffbestimmungen ermittelt haben.

Ueberhaupt musste bei den Versuchen von einer Eliminirung der durch das Zuströmen der Verdauungssäfte bedingten Fehler einstweilen Abstand genommen werden. Mit Ausnahme des eben berührten Punktes können aber die hierdurch erzeugten Fehler, wie sich auch aus dem Folgenden ergeben wird, unmöglich hoch zu veranschlagen sein.

Hinsichtlich der Magenverdauung ergeben meine Versuche, dass zu ihrem Ablaufe ein größerer Zeitraum erforderlich ist, als man gewöhnlich annimmt. Während allgemein angegeben wird, das Fleisch weile höchstens 5—6 Stunden im Magen, fand sich hier, dass nach der Verabreichung mäßiger Quantitäten eines Fleisches, dem durch tüchtiges Zerkleinern und durch Kochen eine möglichst leichte Verdaulichkeit gegeben war, noch nach Ablauf von 9 Stunden ein nicht unerheblicher Teil unverdaut im Magen war und erst nach Ablauf von 12 Stunden konnte die Magenverdauung als abgeschlossen betrachtet werden. Die Magenverdauung begann bald nach erfolgter Einfuhr des Fleisches, erreichte ihren größten Umfang um die zweite Stunde, nahm von dieser bis gegen die neunte Stunde langsam ab und erreichte gegen die zwölfte Stunde ihr Ende.

Ueberraschend gestaltete sich auch die physikalische Beschaffenheit des Mageninhalts. Während künstliche Verdauungsversuche nur

bei Gegenwart eines bedeutenden Quantums Wasser günstige Erfolge liefern, und während man die Menge des secernirten Magensafts allgemein als eine sehr bedeutende bezeichnet, fand ich den Mageninhalt — wenigstens gilt dieses für die ersten sechs Stunden der Verdauung — von einer auffallend trocknen Beschaffenheit.

Hinsichtlich der Verdauungsprodukte ergaben meine Versuche, dass die Peptonisirung der Eiweißkörper innerhalb des Verdauungsapparats in einem weit größerm Umfange erfolgt, als man bisher vermutet hat. Die auf die Ergebnisse künstlicher Verdauungsversuche gestützte Annahme Brücke's, die Endprodukte der Einwirkung des Pepsins in saurer Lösung kämen bei der Verdauung erst in zweiter Linie in Betracht, und es werde das Eiweiß der Hauptmasse nach in einfach gelöstem Zustande resorbirt, konnte durch meine Versuche durchaus nicht bestätigt werden, vielmehr zeigte sich hier die Peptonisirung im Magen allein bereits so umfangreich, dass mir die Annahme gerechtfertigt scheint, der allergrößte Teil des genossenen Eiweißes werde bereits in Pepton übergeführt, noch ehe er Gelegenheit habe, mit dem pankreatischen Eiweißfermente überhaupt in Berührung zu kommen.

Es fanden sich nämlich im Magen vor:

Zeit nach der Fütterung.	Verdauungsprodukte überhaupt.	Pepton.
1 Stunde	5,349 Grm.	3,087 Grm.
2 „	5,448 „	3,685 „
4 „	5,398 „	3,312 „
6 „	5,008 „	2,912 „
9 „	5,052 „	3,242 „

Es trat mir hier die überraschende Erscheinung entgegen, dass die Menge der im Magen befindlichen verdauten und gelösten Eiweißstoffe zu allen Zeiten der Verdauung annähernd dieselbe war und weiter fand sich, daß sich in der Menge des im Magen befindlichen Peptons zu den verschiedenen Zeiten nur unerhebliche Differenzen zeigten.

Es scheint also, dass nach der Bildung einer bestimmten Menge von Verdauungsprodukten die Abfuhr dieser Produkte gleichen Schritt mit der Verdauung hält, so dass es niemals zu einer Anhäufung von Verdauungsprodukten kommt. Welche Mechanismen hierbei im Spiele sind, kann zur Zeit nicht mit Sicherheit entschieden werden. Wir wissen nicht, ob der Magen über Einrichtungen verfügt, welche jeden Ueberschuss an Verdauungsprodukten direkt in den Darm leiten oder ob er selbst im Stande ist, eine Resorption im Umfange der Verdauung auszuführen. Während der oben bereits hervorgehobene geringe Flüssigkeitsgehalt des Mageninhalts es unwahrscheinlich macht, dass dieses Organ nach Art eines mit Flüssigkeit gesättigten Schwammes

seinen Inhalt in den Dünndarm treibt, sprechen doch wieder die mit dem Mageninhalte ziemlich übereinstimmender Reaktionen der Verdauungsprodukte des Darminhalts dafür, dass ein nicht unerheblicher Teil der gelösten Stoffe des Magens in den Darmkanal gelangt.

Hinsichtlich der Darmverdauung wurde zunächst festgestellt, dass der Dünndarminhalt des Fleischfressers stets von saurer Reaktion ist. Nicht allein in den obern Abschnitten des Dünndarms zeigte sich ein saurer Inhalt, sondern auch die braunen und weniger zähflüssigen Massen, denen man am Endabschnitte des Dünndarms begegnet, reagiren oftmals noch schwach sauer. Dieser Befund widerlegt die allgemeine Angabe, dass der Zufluss der drei alkalischen Verdauungssäfte im Stande sei, dem Dünndarminhalt sofort eine alkalische Reaktion zu verleihen.

Dieses Verhalten des Dünndarminhalts hat nun für den Ablauf der pankreatischen Verdauung ein hervorragendes Interesse. Während nämlich alkalische Verdauungsgemische sehr schnell Fäulnisserscheinungen zeigen, und während in ihnen schon sehr bald krystallinische Zersetzungsprodukte und Indol in größerer Menge auftreten, tragen die Prozesse bei der Einwirkung eines sauren Pankreasinfuses auf Eiweißkörper durchaus den Stempel reiner Verdauungen. Bei Anwendung von Drüsenauszügen, zu deren Bereitung eine Salzsäure von $20{,}^{00}/_{00}$ benutzt wurde, konnte ich feststellen, dass die Verdauung selbst größerer Mengen von Fibrin noch ziemlich schnell erfolgte und dass die Verdauungsflüssigkeiten noch nach vierzehntägiger Aufbewahrung bei 40° einen durchaus frischen Geruch besaßen. Sie enthielten nicht die Spur von Indol und waren verhältnissmäßig arm an Leucin und Tyrosin.

Doch auch nach einer andern Richtung hin dürfte die saure Reaktion des Darminhalts von hoher Bedeutung sein. Die Säure bedingt nämlich im Dünndarm einen zähen gelben Niederschlag, der sich mit Leichtigkeit löst, sobald die Säure abgestumpft wird; aus letzterm Grunde findet man ihn in den allerletzten Abschnitten des Dünndarms in der Regel nicht mehr. Dieser Dünndarmniederschlag, der zum allergrößten Teile aus einer Verbindung der Taurocholsäure mit dem Pepton besteht, hat für die Sistirung der Pepsinverdauung eine hohe Bedeutung. Brücke hat uns gezeigt, dass das Pepsin in hohem Grade die Eigenschaft besitzt, sich kleinen festen Körpern anzuhängen; dieses Adhäsionsvermögen ist so erheblich, dass Brücke es für die Darstellung des Pepsins benutzt hat. Der zähe Dünndarmniederschlag wird nun für eine solche Ausfällung des Pepsins in hohem Grade geeignet sein und es wird dieses Ferment erst wieder in Freiheit treten, nachdem der Gallenniederschlag wieder in Lösung gegangen ist. Durch Kühne davon unterrichtet, dass das Pepsin in saurer Lösung das pankreatische Eiweißferment zu zerstören vermag, sehen wir ein, dass die Rolle des Niederschlags für den Ver-

dauungsprozess darin bestehen dürfte, das Trypsin vor der Zerstörung durch den Magensaft zu schützen. Ist das Pepsin im Endabschnitte des Dünndarms wieder in Freiheit gelangt, so vermag es keinen Schaden mehr anzustiften, denn Pepsin in alkalischer Lösung ist völlig unwirksam.

Hinsichtlich der im Darmkanal vorhandenen Verdauungsprodukte wurde ermittelt, dass auch hier das Pepton stets am reichlichsten vertreten ist. Neben diesem wurden stets nicht unerhebliche Mengen von gelöstem aber noch nicht peptonisirten Eiweiß vorgefunden. Der Darm enthielt dabei stets eine weit geringere Menge von Verdauungsprodukten als der Magen (im günstigsten Falle gestaltete sich das Verhältniss etwa wie 1 : 3) und ich fand niemals ein nennenswertes Quantum verdaubaren Futters in ihm vor. Krystallinische Zersetzungsprodukte beherbergte der Darm in so spärlicher Menge, dass die Annahme gerechtfertigt scheint, dass unter physiologischen Verhältnissen von der Umwandlung und Resorption einer irgend nennenswerten Eiweißquote in dieser Gestalt nicht die Rede sein kann.

Die Versuche gestatteten auch, die Zeit zu bestimmen, in welcher unverdaute Fleischrückstände nach außen gelangen und es wurde in einem Falle ermittelt, dass ein Teil des Futters bereits in 9 Stunden den ganzen Verdauungsapparat des Hundes passirt hatte.

Erklärung.

Wir sehen uns veranlasst einen Irrtum zu berichtigen, der von uns durch ein Versehen gemacht worden ist. Es war nämlich unter unserer Mitteilung im „Biolog. Centralbl." Nr. 7 das Pflanzenphysiologische Institut zu München als der Ort der Untersuchung angegeben, was lediglich ein Versehen war. Die ganze Untersuchung war unsre Privatarbeit; auch die mikroskopischen Arbeiten wurden weder im pflanzenphysiologischen Institut noch ohne Kenntniss des Vorstands desselben gemacht, und sind wir allein für den Gesammtinhalt jener Arbeit verantwortlich.

O. Loew. Th. Bokorny.

Berichtigungen.

S. 240 Zeile 23 von oben lies: 0,2 statt 0,1.
S. 243 Zeile 13 von unten lies: statische statt elastische.
S. 250 Zeile 24 von oben lies: schwächere resp. schwächern statt stärkere resp. stärkern.
S. 250 Zeile 17 von unten lies: Reize statt Netze.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt" bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut"** zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **15. September 1881.** **Nr. 11.**

Inhalt: **Berthold**, Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen (Fortsetzung). — **Krause**, Zur Histologie der Retina. — **Munk**, Ueber die Funktionen der Grosshirnrinde. — **Munk**, Ueber die Hörsphäre der Grosshirnrinde. — **Schmidt-Mülheim**, Das Eiweiss auf seiner Wanderung durch den Tierkörper II. — v. **Thanhoffer**, Beiträge zur Histologie des quergestreiften Muskels und der Nervenendigung in demselben. — **Maly**, Ueber die Dotterpigmente. — **Maly**, Jahresbericht über die Fortschritte der Tier-Chemie.

Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen.

Von

Dr. G. Berthold in Göttingen.

(Fortsetzung.)

In allen Fällen, mit alleiniger Ausnahme der unbeweglichen ruhenden Eier bei den vorhin erwähnten Formen, werden die Geschlechtsprodukte aus der Mutterzelle entleert, indem entweder die ganze Wandung derselben sich auflöst, oder an bestimmt begrenzten Stellen derselben Löcher oder Spalten entstehen, durch welche die Schwärmer austreten, resp. den Spermatozoiden der Zugang zum Ei eröffnet wird. Die ausgetretenen Zellen sind Primordialzellen ohne Cellulosehaut mit 2 (seltener 4) langen gleichen Cilien am Vorderende als Locomotionsorganen. Nur bei *Oedogonium* und *Bulbochaete* besitzen die Spermatozoiden, entsprechend den ungeschlechtlichen Schwärmern derselben Pflanzen, einen Kranz von zahlreichen Cilien. Die Organisation der beweglichen Geschlechtsprodukte entspricht durchaus derjenigen ungeschlechtlicher Algenschwärmer. Eine plasmatische Hautschicht grenzt sie gegen außen ab, das Vorderende ist hyalin, zugespitzt, oft sehr stark, wie bei den Spermatozoiden von *Volvox globator* nach Cohn und in diesem Falle äußerst beweglich. Zwei contractile Vacuolen finden sich nach Cienkowski im Vorderende der Spermatozoiden von *Cylindrocapsa involuta* (Zur Morphologie der Ulothrideen, Bull. de l'Akad. Imp. de St. Petersbourg 1876).

Ferner wurden dieselben für die Microzoosporen von *Ulothrix* nachgewiesen von Dodel (l. c.) und von Strasburger (l. c.), ihre Verbreitung dürfte wie bei den ungeschlechtlichen Schwärmern wol eine ziemlich große sein. Dass auch ein Zellkern in einigen geschlechtlichen Schwärmern, wo nach demselben gesucht wurde, sich fand, wurde schon oben angeführt, derselbe liegt im farblosen Plasma in der Nähe des Vorderendes. Auch der sogenannte „Augenfleck" von roter Farbe ist bei den beweglichen Zellen gewöhnlich vorhanden. Im hintern abgerundeten Teil der schwärmenden Zellen liegt der grüngefärbte assimilirende Apparat, nur in den Spermatozoiden ist derselbe oft ganz verschwunden, an seiner Stelle findet sich in diesen gelblich gefärbtes Plasma. Die Spermatozoiden von *Vaucheria* sind dagegen vollkommen farblos.

Auch die nicht aus der Mutterzelle austretenden Eier von *Vaucheria, Sphaeroplea, Volvox*, bei den Oedogonieen und Coleochaeteen sind zur Zeit der Reife nackte Primordialzellen, sie contrahiren sich bedeutend, lösen sich von der Zellhaut ab und stoßen wie erwähnt oft Teile des Inhalts aus. Dabei tritt, entsprechend der Differenzirung von zwei Polen bei den beweglichen Zellen, auch bei ihnen eine Umlagerung der Bestandteile ein; am vordern, der Oeffnung der Mutterzelle zugewandten Pole, dem Keimfleck nach Pringsheim, sammelt sich farbloses Plasma, während die Farbstoffkörper von hier nach rückwärts wandern.

Die morphologischen Differenzen der beiderlei Geschlechtszellen fehlen vollständig bei einer größern Anzahl von Formen mit copulirenden Schwärmern. In andern Fällen zeigen sich zuerst geringe Größenunterschiede, dann auch Modificationen in der Färbung und der äußeren Form, aber nur bei den Characeen nimmt das Spermatozoid eine sehr lange schraubig gewundene Form an, entsprechend den Spermatozoiden der höhern Cryptogamen. Mit dem Auftreten der ruhenden Eier finden wir dann schon bei den grünen Algen dieselben morphologischen Differenzen der Geschlechtsprodukte, wie bei den höheren Kryptogamen und so allgemein im Tierreich.

Die Benennung der Geschlechtszellen ist noch keineswegs eine übereinstimmende. Zwar konnten bei vorhandener morphologischer Differenzirung derselben über ihre Natur Zweifel nicht auftauchen; als daher Pringsheim bei *Vaucheria* zuerst die Sexualität entdeckte, legte er sogleich den männlichen Schwärmern den Namen der Spermatozoiden bei. Der Benennung der weiblichen Zelle als Ei stellten sich jedoch Unzuträglichkeiten entgegen, da der Name Ei (*Ovulum*) bei den Phanerogamen schon für die Samenknospe im Gebrauch war. Er nannte die nackte weibliche Zelle deshalb Befruchtungskugel, *Oosphaere.* Seitdem jedoch Strasburger (Befruchtung und Zelltheilung pg. 27 Anm.) zwischen *Ovulum* und *Ovum* streng unterschieden hat und das Keimbläschen der höhern Pflanzen seiner Bedeutung

entsprechend „Ei“ nennt, dürfte kein Hinderniss mehr vorhanden sein, auch die *Oosphaere* der Algen mit demselben Namen zu belegen.

Den kleinen Schwärmern der Chlorosporeen, welche, wie Pringsheim zuerst bei *Pandorina* nachwies, copuliren, war von ihrem Entdecker, A. Braun (*Verjüngung*) der Name Microzoosporen beigelegt worden, im Gegensatz zu den unmittelbar keimenden größern Macrozoosporen. Pringsheim hat in seiner Arbeit sogleich darauf hingewiesen, dass wir in ihnen durchaus den Spermatozoiden und Befruchtungskugeln von *Vaucheria* und den Oedogonien entsprechende Gebilde zu sehen haben, ja die Befruchtungskugel ist nur als eine ruhende Modification des weiblichen Schwärmers anzusehen. (Monatsber. der Berl. Akad. Oct. 1869). Diese Auffassung und überhaupt die Deutung der Copulation als Befruchtung ist zwar wie wir später sehen werden mehrfach angefochten worden, jedoch mit Unrecht. Es läge deshalb nahe, die Namen „Spermatozoiden“ und „schwärmende Eier“ auf sie anzuwenden. Wo vorhandene morphologische Differenzen oder Differenzen im Verhalten keinen Zweifel darüber lassen, welcher Schwärmer als weiblicher oder männlicher aufzufassen ist, werden wir konsequenter Weise auch diese Bezeichnung benutzen müssen. Für die Fälle aber, wo wir keine Anhaltspunkte besitzen das Geschlecht der copulirenden Zellen zu bestimmen, haben Strasburger und de Bary (Bot. Zeitg. 1877 p. 756) den Namen *Gameten* vorgeschlagen. Das aus ihrer Vereinigung entstehende Copulationsprodukt heisst *Zygote*. Der Name *Zygospore* ist zu verwerfen, weil das Wort Spore zu vermeiden ist, denn hiermit wird nach Sachs (Lehrbuch 4. Aufl.) eine Fortpflanzungszelle bezeichnet, welche den ungeschlechtlichen Abschluss einer sexuell erzeugten Generation bildet. Aus diesem Grunde kann deshalb auch die von Rostafiński (Mém. de la soc. de Cherbourg 1875 T. 19) vorgeschlagene Bezeichnung, *Isospore* statt *Zygospore*, nicht adoptirt werden.

Die Darstellung des Befruchtungsakts selbst werden wir am passendsten mit der niedersten Stufe, der Paarung gleichgestalteter Schwärmer beginnen. Der Vorgang wird von Pringsheim bei *Pandorina* in folgender Weise geschildert: „Unter den isolirten Schwärmsporen sieht man fortwährend solche, welche gleichsam sich suchend sich paarweise einander nähern. Diese berühren sich, wenn sie sich treffen, ganz vorn mit ihrer hellen Spitze, verschmelzen hier mit einander und nehmen in ihrer Verbindung sogleich eine bisquitartige Gestalt an. Die vorhandene Kerbung, die noch ihre frühere Trennung verrät, schwindet nach und nach ganz und die gepaarten Schwärmer bilden schließlich nur eine einzige, große, grüne Kugel, an deren Umrissen man ihre Entstehung aus zwei ursprünglich getrennten Schwärmern nicht mehr erkennen kann. Wol aber noch daran, dass die entstandene Kugel größer ist als die einzelnen in der Nähe befindlichen Schwärmer, dass sie ferner eine auffallend vergrößerte farb-

lose Mundstelle hat, an welcher rechts und links zwei rote Körperchen befindlich sind, und dass sie endlich vier noch schwingende Cilien besitzt, die paarweise in der Nähe der roten Körperchen entspringen. Jedoch schon kurze Zeit nach der Annahme der Kugelgestalt werden die vier Cilien starr und verschwinden später ebenso, wie die beiden roten Körperchen vollständig."

Der Paarungsakt dauert mehrere — bis 5 — Minuten. Das Copulationsprodukt wird zur Oospore und bringt nach einem Ruhestadium eine neue *Pandorina* hervor.

Die zahlreichen bald nach der Arbeit von Pringsheim erfolgenden Nachweise von Schwärmercopulationen bei sehr verschiedenen grünen Algenformen haben ein wesentlich neues Moment für den Copulationsvorgang nicht mehr ergeben. Nur legen sich bei den übrigen Chlorosporeen die zusammentreffenden Schwärmer in auffallender Weise gegen einander um und verschmelzen rasch mit der Langseite. So erfolgt der Vorgang bei *Chlamydomonas multifilis* nach Rostafiński (Bot. Zeitg. 1871 p. 786), bei *Chlam. rostrata* nach Gorazankin (Gesellsch. der Freunde der Naturforschung. Bd. 16. 2. 1874). Ferner bei *Urospora penicilliformis*, *Cladophora sericea* und *Enteromorpha compressa* nach Areschoug (Ac. Reg. soc. sc. ser. III, vol. IX, Upsaliae 1874) und *Botrydium granulatum* nach Rostafiński (Bot. Ztg. 1877). Ebenso verhalten sich *Ulothrix zonata* nach Cramer (Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. zu Zürich Bd. 15. 2) und Dodel (Pringsheim, Jahrb. X) *Acetabularia mediterranea* nach Strasburger (Bot. Zeitg. 1877 p. 750) und *Monostroma bullosum* und *Tetraspora lubrica* nach Reinke (Pringsheim, Jahrb. Bd. XI). Aber auch bei *Pandorina* scheint die spätere Vereinigung vorwiegend einseitig zu erfolgen, obwol ein so auffallendes Umkippen nicht statt hat; an der Zygote liegen die helle Mundstelle und die roten Körperchen deutlich seitlich.

Die Verschmelzung der Gameten scheint in den Fällen, wo dieselben gegen einander umkippen, ziemlich rasch und fast gleichzeitig an einem großen Teil der Seitenlinie zu erfolgen, nur die hintere Einkerbung ist noch einige Zeit sichtbar. Wie jedoch aus den Beobachtungen von Strasburger bei *Acetabularia* und denen des Verfassers bei *Dasycladus* (Göttinger Nachrichten 1880) hervorgeht, sind auch die vordern Spitzen der Gameten im Anfang bei diesen beiden Pflanzen noch getrennt und tragen gesondert die Cilien. Nach Strasburger copuliren die Gameten von *Acetabularia* auch in umgekehrter Richtung. Vielfach ist die Vereinigung von mehr als zwei Gameten constatirt worden, so von Dodel bei *Ulothrix*, von Suppanetz (Mitgeteilt von Rostafiński Mem. de Cherbourg 1875 T. 19) bei *Hydrodictyon*, von Strasburger bei *Acetabularia*, bei welcher Pflanze sogar vier und mehr Schwärmer sich zu einer Masse vereinigen können. Wir werden auf diesen Punkt jedoch später noch einmal zurückkommen.

Die Zygote schwärmt nach der Vereinigung noch mehr oder minder lange; bei *Pandorina* kommt sie bald zur Ruhe, sehr lange bewegen sich noch die Zygoten von *Acetabularia* und *Dasycladus*.

Zwei interessante Angaben finde ich über das Verhalten der noch beweglichen Zygoten zum Licht. Die erste von Hennegui (Compt. rend. 1876), der an *Volvox dioicus* constatirte, dass die befruchteten Eier das Licht flohen, während die unbefruchteten demselben zustrebten. Dieselbe Beobachtung machte bald darauf auch Strasburger bei *Ulva β compressa* (Wirkung des Lichts und der Wärme auf Schwärmsporen p. 41).

Ueber die innern Vorgänge bei der Vereinigung der Gameten dürfte sich schwer mehr feststellen lassen, als dass die Plasmamassen sich innig mit einander mischen und auch die Kerne miteinander verschmelzen. Ein eingehenderes Studium dieser Vorgänge wird durch die geringe Größe der copulirenden Gameten sehr erschwert.

Gegen die Deutung der vorstehenden Copulationsvorgänge als Befruchtungsakte sind von manchen Seiten Einwände erhoben worden. Besonders Cienkowski (Archiv f. mikr. Anat. Bd. 9) hat sich, gestützt auf das Verhalten der Myxomyceten und von Protozoen, entschieden dagegen ausgesprochen und sieht in der Verschmelzung nur einen gesteigerten Ernährungsprocess. Die Vorgänge in diesen Organismengruppen sind aber wol, trotz der wertvollen Untersuchungen, welche schon darüber vorliegen, noch lange nicht genug aufgehellt, als dass ihnen in der vorliegenden Frage schon ein großes Gewicht beigelegt werden könnte.

Besonders aber hat man das Vorhandensein einer wirklichen geschlechtlichen Differenz zwischen den copulirenden Gameten nicht zugeben wollen, während Pringsheim von Anfang an männliche und weibliche Schwärmer ausdrücklich unterschieden hatte. In der Tat zwingen uns die vorliegenden Tatsachen seiner Anschauung beizustimmen. Nach Strasburger copuliren nur die Gameten aus verschiedenen Sporen bei *Acetabularia*, nach Dodel tritt bei *Ulothrix* niemals Copulation ein zwischen den Microzoosporen derselben Zelle, wol aber zwischen den aus verschiedenen Zellen eines Fadens stammenden Schwärmern. Nach Areschoug (Bot. Notiser 1876 Nr. 5) copulirten die Microzoosporen von *Enteromorpha compressa* oft sehr zahlreich, zuweilen nur spärlich oder gar nicht. Rostafiński konnte Copulation bei derselben Pflanze (Mém. de Cherbourg 1874) nicht constatiren. Diese widersprechenden Beobachtungen sind nur erklärlich, wenn wir die Gameten als männlich und weiblich differenzirt betrachten. Es kann dann nicht weiter auffallen, wie auch Strasburger (Bot. Ztg. 1877 p. 755) hervorgehoben hat, dass die Gameten sich teilweise vollkommen indifferent gegen einander verhalten, ebenso wenig wie es auffällt, dass die Spermatozoiden nicht unter sich copuliren. Einen unwiderleglichen Beweis für den geschlechtlichen Gegensatz der Ga-

meten glaubt der Verfasser bei *Dasycladus* geliefert zu haben. Hier sind zweierlei Gruppen morphologisch durchaus identischer Pflanzen zu unterscheiden, welche auch durchaus identische Gameten liefern. Die Gameten jeder Gruppe sind vollkommen indifferent gegen einander, auch wenn sie von verschiedenen Exemplaren stammen. Copulation findet aber sofort und sehr reichlich statt, wenn solche aus den beiden verschiedenen Gruppen vereinigt werden.

Den Grund für die verschiedenen Resultate bei den Gameten einer und derselben Species hat man oft in einer momentanen Indisposition derselben, oder in ungünstigen Culturbedingungen und dergl. finden wollen. In dem vorliegenden Falle ist alles dies ausgeschlossen, denn dieselben Schwärmer, welche für sich indifferent sind, copuliren im nächsten Augenblick, wenn sie untereinander vermischt werden.

Die scheinbar sehr auffallenden Tatsachen, dass bei *Hydrodictyon* die Gameten aus derselben Zelle in Copulation treten, wie Suppanetz beobachtete, und ferner die Angaben von Klebs für *Chlorochytrium* und *Endosphaera*, können keineswegs als Grund gegen ihre geschlechtliche Differenzirung angeführt werden, denn da sogar morphologisch differente Spermatozoiden und Eier an derselben Pflanze und in nahe verwandten Zellen entstehen können, dürfen wir auch die entgegengesetzte geschlechtliche Differenzirung der aus verschiedenen Teilen einer Zelle hervorgehenden Produkte nicht für unmöglich halten, zumal wenn sie in so enormer Menge gebildet werden wie bei *Hydrodictyon*, bei welcher Pflanze nach A. Braun (Verjüngung in der Natur) 30,000—100,000 Microzoosporen in einer Zelle entstehen.

Von den zahlreichen Algenformen ausgehend, welche gleichgestaltete copulirende Schwärmer besitzen, scheinen sich nun in verschiedenen Gruppen unabhängig auch allmählich morphologische Differenzen der Geschlechtsprodukte neben der physiologischen eingestellt zu haben. Ein besonders schönes Beispiel bietet dafür die Gruppe der Volvocineen dar, in welcher *Pandorina*, und mehrere *Chlamydomonas*-arten copulirende Gameten besitzen, bei *Eudorina elegans* sind Spermatozoid und Ei schon gut durch ihre Größe unterschieden, beide aber beweglich, bei *Volvox* ist schließlich das Ei unbeweglich geworden. Eine ähnliche Steigerung der morphologischen Differenzirung der Geschlechtsprodukte zeigen die Siphoneen. *Acetabularia*, *Botrydium*, *Dasycladus* besitzen copulirende Gameten, *Bryopsis* hat, wie nach Pringsheim's (Monatsber. der Berl. Akad. 1871) Untersuchungen kaum noch zweifelhaft erscheinen kann, größere weibliche und kleinere männliche Schwärmer, ebenso *Coelium*; *Vaucheria* schließlich besitzt ruhende Eier und Spermatozoiden. Eine dritte derartige Parallelgruppe werden wir später bei den braunen Algen finden.

Auch nach dem Auftreten der morphologischen Differenz der Sexualzellen, bleibt der Vorgang der Befruchtung derselbe. Die Vereinigung von Sperma und Ei wurde zuerst von Pringsheim aus

seinen Beobachtungen an *Vaucheria sessilis* erschlossen, bald darauf aber von ihm in klassischer Weise für *Oedogonium ciliatum* bewiesen. Das Spermatozoid dringt hier durch die Oeffnung in der Wand des Oogoniums zu der frei liegenden Befruchtungskugel vor. Letztere zeigt vorn eine farblose Stelle, von Pringsheim Keimfleck oder Befruchtungsfleck genannt, für welche Namen jedoch die später von Strasburger vorgeschlagene Bezeichnung Empfängnissfleck adoptirt worden ist. Nur hier vermag die Vereinigung stattzufinden. Nachdem das Spermatozoid mit seiner Spitze die Befruchtungskugel berührt hat, sieht man es zuerst an dem Umfang derselben hin und her tastend. Aber schon im nächsten Moment sieht man es unter Aufgeben seiner Gestalt gleichsam berstend von der Befruchtungskugel aufgenommen werden und seine Masse sich ohne Rückstand mit der der letztern mischen. Auch bei *Vaucheria* konnte Pringsheim unmittelbar nach dem Zutritt der Spermatozoiden zum Ei das Auftreten eines größern hellen Körperchens innerhalb der Hautschicht des Eies nachweisen, über dessen Abstammung von einem eingedrungenen Spermatozoid kaum ein Zweifel obwalten kann.

Die befruchteten Eier umgeben sich bald mit einer festen Zellhaut und gehen bei allen Süßwasserformen in Dauerstadien über, welche erst in der nächsten Vegetationsperiode zur weitern Entwicklung gelangen.

Die unbefruchteten Eier (auch die nicht copulirten Gameten) sterben fast ausnahmslos nach einiger Zeit ab, nur in wenigen Fällen wurde parthenogenetische Weiterentwicklung constatirt, so von Pringsheim bei *Oedogonium*, von A. Braun bei *Chara crinita*, bei welcher Pflanze die parthenogenetische die allein bekannte Entwicklungsweise bildet (Abhandl. der Berl. Akad. 1856).

Ein interessanter Fall von Parthenogenesis wurde von Rostafiński bei *Botrydium* aufgefunden (Bot. Zeitg. 1877). Die Sporen dieser Pflanze, welche nach kurzer Ruheperiode nur geschlechtlich differenzirte für sich keimungsunfähige Gameten lieferten, erzeugten nach zweijähriger Ruhe nur ungeschlechtliche, unmittelbar keimende Schwärmer. In anderer Weise sind nach Dodel bei *Ulothrix* die Microzoosporen, wenn sie nicht copuliren, teilweise keimungsfähig, erzeugen aber nicht wie die Zygoten Dauerstadien, sondern unmittelbar vegetative Pflanzen. Vielleicht fällt jedoch dieser Fall unter einen andern, später zu erörternden Gesichtspunkt.

Den Chlorosporeen schließen sich am unmittelbarsten mit ihren Befruchtungsvorgängen die braunen Algen an, die Phaeosporeen, Cutleriaceen und Fucaceen. Wie wir schon im Anfang unserer Betrachtung sahen, machten zuerst Thuret und Decaisne (Ann. d. sc. nat., Botan. 1845) auf das Vorhandensein spermatozoidenartiger Schwärmer bei den Fucaceen aufmerksam, während die großen Sporen derselben schon längere Zeit bekannt waren. Dieselben Forscher

zeigten dann experimentell (Extrait des mém. de la soc. des sc. nat. de Cherbourg 1853), dass bei Trennung der letztern von den erstern die Keimung unterbleibe, bei der Vereinigung aber reichlich stattfinde. Für die Cutleriaceen wies ebenfalls Thuret (Ann. des sc. nat. Sér. III, T. 14 und 16) das Vorhandensein zweier verschieden gestalteter Schwärmerformen nach, während er bei den eigentlichen Phaeosporeen zwar zwei verschiedene Sporangienformen — die uniloculaeren und pluriloculaeren — auffand, aber in beiden die Bildung gleichgestalteter und unmittelbar keimender Schwärmer nachwies. Der direkte Nachweis für die Befruchtungsvorgänge bei den braunen Algen ist erst in der jüngsten Zeit geliefert worden.

So weit die noch unvollständigen Untersuchungen allgemeinere Schlüsse erlauben, entstehen bei den Phaeosporeen die Geschlechtsprodukte in den pluriloculaeren Sporangien durch fortgesetzte Zerklüftung des Inhalts derselben, die letzten Teilzellen liefern unmittelbar die Schwärmer. Bei den Cutleriaceen werden die Geschlechtsprodukte in ähnlicher Weise in pluriloculaeren Antheridien und Oogonien gebildet. Dagegen erfolgt bei den Fucaceen die Bildung der Spermatozoiden und Eier simultan in den Behältern. Die Eier entstehen nach den Gattungen einzeln, zu zwei, vier oder acht in den Oogonien und werden ausnahmslos vor der Befruchtung entleert. Mit Ausnahme der Fucaceeneier sind die Geschlechtsprodukte der braunen Algen ebenfalls bewegliche Schwärmer, sie sind aber durch zwei ungleichwertige Cilien charakterisirt, die seitlich am Körper des Schwärmers inserirt sind; eine lange nach vorn gerichtete, welche hauptsächlich als Bewegungsorgan dient, eine zweite kürzere, welche nachgeschleppt wird und gleichsam das Steuer bildet. Im Uebrigen besitzen sie entsprechend den Schwärmern der Chlorosporeen eine hyaline vordere Partie mit einem stark lichtbrechenden braunen Körper an einer Seite.

Angaben über einen geschlechtlichen Vorgang bei Phaeosporeen wurden zuerst von Areschoug gemacht (Observationes physiologicae III). Derselbe beschrieb eigentümliche Bildungen bei jungen Keimpflanzen von *Dictyosiphon hippuroides*, welche in drei Tagen am Boden eines Culturgefäßes sich aus ausgetretenen Schwärmern gebildet hatten. Hiernach sollen die einzelligen mit Haut umgebenen Keimpflanzen Fortsätze gegen einander treiben, die Scheidewand an der Berührungsstelle soll aufgelöst werden und der Inhalt der einen Zelle in die andere übertreten, worauf dann letztere zu einem längern Faden auswächst. Ein solcher Vorgang würde nun bei den Phaeosporeen durchaus isolirt dastehen und, da die Beobachtungsmethode Areschoug's als wenig zuverlässig erscheinen muss (keine seiner Angaben stützt sich auf direkte Beobachtung), auch die gegebenen Abbildungen andere Deutung zulassen, so dürfen wol erst weitere Bestätigungen abgewartet werden, bevor die Richtigkeit derselben als sichergestellt erscheinen kann.

Vor einigen Jahren hat dann Goebel (Bot. Zeitung 1878) weitere Angaben über den Copulationsprocess bei zwei Phaeosporeenformen gemacht. Derselbe gibt an, dass bei *Ectocarpus pusillus* und *Giraudia sphacelarioides* Copulation der Schwärmer stattfinde in derselben Weise wie bei den Chlorosporeen, jedoch nur wenn dieselben zu gleicher Zeit aus verschiedenen benachbarten pluriloculaeren Sporangien austreten. Auch diese Angaben können vorläufig noch nicht als hinreichend sichergestellt gelten. Der Verfasser, der Gelegenheit hatte beide von Goebel untersuchten Pflanzen an demselben Orte und zu derselben Zeit eingehend zu studiren (Mitt. der zool. Station zu Neapel II. 3), konnte einen derartigen Copulationsprocess, dessen Beobachtung nach Goebel sehr leicht sein soll, nicht constatiren, er fand dagegen bei der einen Pflanze, *Ectocarpus pusillus*, in großer Menge Schwärmer von unregelmäßiger Gestalt in den Kulturen, welche durchaus den von Goebel für dieselbe Pflanze abgebildeten Zygoten glichen, welche aber sicher keine Copulationsprodukte waren. Zudem konnte Goebel weder das Verhalten der Cilien bei seinen Zygoten noch auch den Verbleib der leicht sichtbaren roten Punkte der Schwärmer nachweisen.

(Fortsetzung folgt.)

Zur Histologie der Retina.

1) Denissenko, Mitteilung über die Gefäße der Netzhaut der Fische. Arch. f. mikrosk. Anat. 1880. Bd. XVIII. S. 480–486. Taf. XXII. Fig. A. — 2) Derselbe, Ueber den Bau der äußern Körnerschicht der Netzhaut bei den Wirbeltieren. Arch. f. mikr. Anat. 1881. Bd. XIX. S. 395—442. Taf. XXI. — 3) W. Krause, Ueber die Retinazapfen der nächtlichen Tiere. Arch. f. mikr. Anat. 1881. Bd. XIX. S. 309—315. Taf. XVII. — 4) Boll, Thesen und Hypothesen zur Licht- und Farbenempfindung. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. 1881. S. 1—39. — 5) Denissenko, Ueber den Bau und die Funktion des Kammes (Pecten) im Auge der Vögel. Arch. f. mikr. Anat. 1881. Bd. XIX. S. 733. Taf. XXXIV.

Seit der Entdeckung des Sehpurpurs hatte die eigentliche Histologie der Retina etwas ausgeruht — ohne Zweifel, weil jeder Untersucher sich vorzugsweise dieser neuen und imponirenden Erscheinung zuwandte. Manche morphologische Notizen sind freilich in den Arbeiten namentlich von Kühne und seinen Schülern über die Photochemie der Netzhaut enthalten, die später ihre Früchte tragen oder nutzbringende Verwendung finden werden.

Denissenko (*1*) bestätigte beim Aal die vom Ref. in der Retina dieses Fisches früher (Die *Membrana fenestrata* der Retina 1868 S. 28) beschriebenen Blutgefäße. Bekanntlich haben mit Ausnahme der Säuger (und des Aals) alle übrigen Wirbeltiere anangische Netz-

häute. Nur bei einigen Cheloniern sah W. Müller (Beiträge zur Anatomie und Physiologie, als Festgabe für C. Ludwig. 1875. H. II. S. LIII) ebenfalls Blutgefäße.

Denissenko bestätigte die letztern nicht nur in der nervösen Schicht der Retina beim Aal, sondern glaubte solche auch in der Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht dieses Fisches, ferner beim jungen Karpfen, nicht aber beim alten Aal aufgefunden zu haben. Die erstererwähnte Angabe wurde, bald nachdem sie gemacht war, von Kühne und Sewall (Unters. aus d. physiol. Instit. zu Heidelberg 1880. Bd. III. S. 253) bestätigt.

Dagegen erklärte Denissenko in Betreff der mitgeteilten Altersverschiedenheiten u. s. w., dass eine ziemlich leicht erklärliche Verwechslung zwischen Aalaugen und Karpfenaugen vorgelegen habe. Allerdings ist der Bau der Retina ein offenbar für die Gesammtorganisation der Tiere so wichtiges und mit demselben so innig verknüpftes Moment, dass man aus der Untersuchung eines mikroskopischen Präparats der Retina, wie Ref. schon früher hervorgehoben hat, nicht nur die Gattung, sondern in einzelnen Fällen (z. B. bei den Eulen) sogar die Art bestimmen konnte. Ausnahmen von dieser Regel sind nur scheinbar: so kommen bei Beuteltieren (*Halmaturus*) gefärbte Oeltropfen in den Zapfen-Innengliedern vor, wie sie sonst nur die Vögel und Reptilien besitzen. Aber die Beuteltiere stehen mit den letztern resp. mit den Sauriern, wie man annimmt, in irgend welchem phylogenetischem Zusammenhange. Wenn man nun auch ein unbekanntes Auge durch mikroskopische Untersuchung der Retina gleichsam zoologisch bestimmen könnte, so ist es doch eine andere Sache, falls ein zufälliger Irrtum eintritt und man zugleich den Bau der betreffenden Retinae noch nicht genau kennt. Jedenfalls ist nicht zu bezweifeln, dass Denissenko's vermeintliche alten Aalaugen solche von jungen Karpfen und natürlich anangisch, sowie andrerseits die vermeintlichen jungen Karpfenaugen in Wahrheit Augen von alten Aalen und ebenso selbstverständlich blutgefäßhaltig waren.

Ist es hienach nicht gelungen, auch die Netzhaut des Karpfens aus der Reihe der anangischen zu streichen, so wies andrerseits Ref. (3) bei wenigstens meterlangen, also keinenfalls jugendlichen Aalen Blutgefäße nach. Dieselben treten aber nicht in die Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht (sog. äußere Körnerschicht) ein. Der Anschein eines solchen Verhaltens resultirt nur daraus, dass die äußere, chorioidealwärts gerichtete Hälfte der (innern) Körnerschicht beim Aal abweichend von anderen Fischen aus relativ kleinen, kugligen, stark chromatophilen, d. h. Hämatoxylin und Karmin begierig aufnehmenden Elementen (innern Körnern) besteht. Die Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht wird aber durch eine einzige Reihe resp. Kugelschale von Körnern gebildet, die sich weit schwächer färben. Bekanntlich richtet sich die relative Dicke dieser Schicht bei den ver-

schiedenen Wirbeltieren im Allgemeinen (vergl. unten) nach dem Querdurchmesser der Stäbchen und Zapfen. Wo der letztere Durchmesser gering ist, drängen sich die zugehörigen (äußern) Körner in vielen Lagen über einander; wo der Querdurchmesser bedeutend sich herausstellt, sind nur einige wenige solcher Lagen vorhanden, z. B. bei Anuren. Da der Aal beträchtlich dicke Zapfen und Stäbchen besitzt, so erklärt es sich, dass, wie gesagt seine Stäbchen- und Zapfenkörner nur eine einzige Lage bilden, deren Dicke geringer ist, als die Länge eines roten Blutkörperchens beim Aal. Selbstverständlich treten in diese so dünne Schicht keine Blutgefäße. Uebrigens dürften die wirklichen Stäbchenkörner, die wegen ihrer schlanken Beschaffenheit als geringe Anschwellungen der Stäbchen-Innenglieder erscheinen, bereits von Max Schultze (1866) abgebildet worden sein.

Letzterer Forscher hatte wie bei andern nächtlichen Tieren die damals schon bekannten Zapfen des Aals geleugnet, während Ref. (l. c. 1868) davon eine Abbildung gegeben hatte. Seitdem hatte die Controverse, wie schon früher bemerkt, so ziemlich geruht und es ist deshalb interessant, dass sowol Denissenko als Kühne und Sewall die Zapfen in der Aal-Retina neuerdings bestätigen.

Was die Zapfen der nächtlichen Tiere anlangt, so sind sie bei sämmtlichen leichter zugänglichen jetzt nachgewiesen. Zuerst hatte Ref. (1868) sie bei den Eulen gezählt und ihre Anzahl auf einen Quadratmillimeter Netzhaut eben so groß wie beim Falken (*Falco buteo*) gefunden. In der Tat liegt der Unterschied im Bau der Retina bei den nächtlichen Tieren weder in stärkerer Ausbildung des Sehpurpurs, woran man a priori denken könnte, noch im vermuteten Fehlen der Zapfen. Was den erstern anlangt, so haben zwar die Ratte, wie schon Max Schultze (1866) mitteilte, und der Aal, wie Kühne nachwies, intensiv violettrote Netzhäute. Dagegen fehlt der Sehpurpur oder das Photaesthesin, unter welchem Namen Ref. (Specielle oder descriptive Anatomie 1879 S. 363) Sehrot, Sehpurpur und Sehgrün zusammengefasst hat, den Fledermäusen anscheinend gänzlich. Wenigstens konnte weder Kühne (1877) bei *Rhinolophus hipposideros* noch Ref. (1879) bei *Vespertilio Daubentonii* eine Spur davon entdecken. Was die Zapfen anlangt, so ist es bei allen nächtlichen Tieren sehr leicht, Zapfenfasern nachzuweisen (Ref.), welche in regelmäßigen Abständen die Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht durchsetzen. Aber auch die Zapfen selbst sind demonstrirt. Von der Fledermaus, der Maus und dem Meerschweinchen wurden sie vom Ref. abgebildet, obgleich sie Frey (1876) noch neuerdings ausdrücklich bestritten hatte. Nicht minder ist die Retina des Iltis, *Mustela putorius*, mit Zapfen ausgestattet (Ref. 1876). Vom Kaninchen hat Orth (1881) gelegentlich eine Abbildung gegeben, während Max Schultze bei diesem Tier nur Andeutungen von Zapfen gefunden zu haben angab. Selbst der Maulwurf besitzt nicht nur, was man durch

Leydig weiß, sehr zahlreiche und feine Stäbchen, deren geringer Dickendurchmesser ohne Zweifel der Myopie und dem ausgebildeten Raumsinn des innerhalb enger Erdgänge existirenden Tiers entsprechen dürfte, sondern auch Zapfen, wie Dr. Costa aus Chili, der während des Sommers 1881 im Laboratorium des Ref. arbeitete, kürzlich gefunden hat.

Die einzige durchschlagende Differenz zwischen den Netzhäuten der nächtlichen und der Tagetiere besteht, wie Ref. früher (1858) angegeben hat, in der relativen Länge der Außenglieder bei den Nachttieren. Daraus erklärt sich zugleich in einfachster Weise, dass man in der Flächenansicht der frischen Retina — welche Untersuchungsmethode M. Schutze damals noch anwendete — die Zapfen vermisst oder nur Spuren von solchen wahrnimmt.

Es ist vielleicht zur Charakterisirung der sog. nächtlichen Tiere von Nutzen, die Unterscheidungen hier zu erwähnen, welche Ref. (Arch. f. mikr. Anat. 1876 Bd. XII S. 776) früher vorgeschlagen hat.

Nykteropisch sind die Augen der nächtlichen Tiere z. B. der Eulen.

Hesperopische Augen gestatten den Tieren bei Abend auf Raub auszugehen, wie den Fledermäusen.

Perotisch können die verkümmerten rückgebildeten Augen von blöden Höhlenbewohnern genannt werden wie der *Proteus anguineus*. Letzterer besitzt gleichwol (rudimentäre) Zapfen und Stäbchen.

Hemeropisch würden die am häufigsten vorkommenden Augen der Tagtiere heissen. Beispiel: der Mensch.

Heliopisch endlich sind solche Tiere, deren Augen direktes Sonnenlicht ohne zu blinzeln ertragen wie z. B. das Kaninchen.

Hauptsächlich auf das vermutete Fehlen der Zapfen bei den nächtlichen Tieren war die Hypothese gegründet worden, dass die Zapfen der Farbenempfindung, die Stäbchen der einfachen Lichtempfindung dienen.

Betrachtet man die mannigfach gefärbten bunten Oeltropfen in den Retinazapfen z. B. der Vögel, so kann man in der Tat schwer sich von der Vorstellung loslösen, dass diese Elemente mit der Farbenempfindung, die farblosen Stäbchen nichts mit der letztern zu tun haben. Dazu kommt, was schon Michaelis (1837) wusste, dass die meisten Eulen nur blassgelbe Oeltropfen in ihren Zapfen besitzen, obgleich letztere, wie oben gesagt, nicht minder zahlreich sind, als beim Falken.

Nach der Entdeckung des Photaesthesin oder eigentlich der Empfindlichkeit des Sehrots gegen Licht kam Boll (*4*) zu einer andern Anschauung. Die roten und grünen Stäbchen des Frosches könnte man neben den wie bei den Eulen mit blassgelben Oeltropfen versehenen Zapfen des erstern Tiers nicht wol von den Farbenempfindungen ausschließen. Unter Zugrundelegung der Dreifarben-

theorie von Young und Helmholtz gelangte Boll jedoch zu dem auffallenden Schluss, dass die Stäbchen grün, die Zapfen rot und die Pigmentzellen der Retina violett empfinden sollten. Helmholtz (4 S. 3), wie gleich hier bemerkt werden mag, würde lieber umgekehrt den Zapfen die blaue, den Pigmentzellen die rote Empfindung zuschreiben.

Zunächst liegt der Schwerpunkt auf der Frage, ob man mit Helmholtz drei, oder mit Hering vier Grundempfindungen annehmen soll. In der Vogelretina fand Ref. (1868) vier Sorten von Oeltropfen, nämlich rote (carmoisin), gelbe (orange und canariengelb), grüne (grünlichgelb) und blaue (blassblau, anscheinend farblos). Die bläulichen, lange Zeit bezweifelten Oeltropfen sind von Dobrowolsky (1871) und von Hoffmann (1877), der seiner Zeit in Engelmann's Laboratorium arbeitete, bestätigt worden.

Bekanntlich sollten die Grundfarben ursprünglich durch Beobachtungen an Farbenblinden ermittelt werden. Nun haben neuerdings v. Hippel (Arch. f. Ophthalmol. 1880 Bd. 26, 2. S. 176) u. A. Fälle beobachtet, in denen die Betreffenden nur auf einem Auge farbenblind und zwar rot-grünblind waren. Sie unterschieden mit dem farbenblinden Auge nichts als Blau und Gelb. Dies spricht doch sehr entscheidend für die von vielerfahrenen Ophthalmologen wie D. Stilling immer vertretene Anschauung, dass Rot-Grün, Blau-Gelb die Grundfarben sind. Auch Preyer (1880) erklärte kürzlich die Dreifarbentheorie für unhaltbar.

Wie dem sei, so legte Boll ganz einfach die besonders aus W. Müller's Abbildungen hervorleuchtende Tatsache zu Grunde, dass die Zapfen kürzer sind, als die Stäbchen. Danach kann man drei lichtempfindliche Schirme unterscheiden, die von der Cornea an gerechnet so aufeinander folgen: hintere Enden der Zapfen, hintere Enden der Stäbchen, Pigmentzellen der Chorioidea. Sie sollen die Empfindungen: rot, grün und violett vermitteln (s. oben).

An den Pigmentzellen sind freilich keine Nerven nachgewiesen. Auch würden ihre Dimensionen schlecht zu der Empfindlichkeit der *Fovea centralis* des Menschen passen, während bekanntlich der Querdurchmesser der dort befindlichen Zapfen (0,003) mit der physiologisch ermittelten Leistungsfähigkeit der Fovea gut übereinstimmt. [Ref. benutzt die Gelegenheit, einen störenden Druckfehler zu berichtigen: der Durchmesser der *Fovea centralis* beträgt nach des Ref. Abbildung (Allg. Anatomie 1876 Fig. 93) nicht 0,1 (dieses Centralblatt Nr. 8 S. 240), sondern 0,2 mm.] — Jedenfalls repräsentirt aber die Pigmentschicht der Retina das Epithel in der hintern Hälfte der primären Augenblase, und wenn man dasjenige der vordern Hälfte oder die Stäbchen und Zapfen für lichtempfindend hält, so würde der gleiche Schluss für das Pigmentepithel wohl gestattet werden müssen — falls dasselbe Nerven hätte!

Hiervon abgesehen, so steht der Hypothese, wonach durch die

Stäbchen das grüne Licht empfunden werden soll, schon die *Macula lutea* des Menschen entgegen. Denn hier sind keine Stäbchen und ebensowenig verschieden lange Zapfen, an die Boll gedacht zu haben scheint, vorhanden und es wird doch daselbst Grün empfunden. Es schien dem Ref. deshalb wahrscheinlicher, dass die verschieden gefärbten Oeltropfen der Vogel- und Reptilienretina den Effekt haben, Lichtwellen von ganz bestimmter Länge (carmoisinroth, orange, grünlichgelb, blau) auf die Nervenenden fallen zu lassen.

Die Frage nach der Nervenendigung des *N. opticus* wird zwar seit H. Müller und Kölliker allgemein als zweifellos erledigt angesehen. Beinahe Niemand zweifelt, dass die Stäbchen und Zapfen diese Endigung darstellen. Da dieselben entwicklungsgeschichtlich nicht etwa den Epithelialzellen des Centralkanals des Rückenmarks, sondern nur den Cilien derselben zu homologisiren sind — mit letzteren haben sie beiläufig bemerkt beim neugebornen Kaninchen die größte Aehnlichkeit (Ref. 1868) — so läuft die Frage auf diejenige des Zusammenhangs der Stäbchen- oder Zapfenfasern mit den Ganglienzellenausläufern in der Retina hinaus.

Unendlich oft ist ein solcher Zusammenhang behauptet und fast eben so oft gezeigt worden, dass es sich um (bindegewebige) Radialfasern, anstatt um (direkte oder) indirekte Ganglienzellenausläufer gehandelt hatte. Einige waren auch geneigt, an der von keinem Geringern als Brücke gelieferten, physikalischen Deduktion festzuhalten, wonach die Außenglieder der Stäbchen und Zapfen die in ihr Inneres eingetretenen Lichtwellen total reflektiren.

Sie könnten letztere auf die wirklichen Opticusenden reflektiren. Man könnte auch fragen, ob sich hierüber nicht etwas auf physiologischem Wege wahrscheinlich machen ließe.

Nach Boll wird das Sehrot (im Gegensatz zum Sehgrün) durch grüne Strahlen am schnellsten zerstört. Sind die Stäbchen nun Opticusenden, so würden die roten Stäbchen durch grüne Strahlen am stärksten erregt werden. Umgekehrt: wenn die Stäbchen das auf sie fallende Licht nur reflektiren, so können die roten Stäbchen wesentlich nur rotes Licht zurücksenden, sie würden in diesem Falle der Rotempfindung dienen.

Grüne Stäbchen sind bisher außer bei *Rana temporaria* und *R. esculenta* von der Kröte (Kühne), blaugrüne aber auch vom Falken (Ref. Specielle oder descriptive Anatomie 1879 S. 363) bekannt. Aus den Lebensgewohnheiten des Frosches, zusammengehalten mit der sehr überwiegenden Anzahl seiner roten oder violettroten Stäbchen, lässt sich über obige Frage leider nichts entnehmen. Offenbar empfindet freilich der Frosch für gewöhnlich vorwiegend grünes Licht (im Gras u. s. w.), er könnte aber seiner Nahrung wegen um so mehr darauf angewiesen sein, auf andersfarbige Strahlen zu achten.

(Schluss folgt.)

H. Munk, Ueber die Funktionen der Grosshirnrinde.

Die gesammelten Abhandlungen Munk's, welche unter obigem Titel erschienen, sind schon in Nr. 1 dieses Blatts angezeigt worden. Um jedoch den Leser besser in den Stand zu setzen, das folgende Referat über die Fortsetzung der Munk'schen Untersuchungen zu verstehen, teilen wir hier nochmals eine kurze Inhaltsangabe der ältern Untersuchungen unter Beifügung der Originalfiguren mit.

Die Großhirnrinde zerfällt, gleichmäßig an beiden Hemisphären, in eine Anzahl verschiedener Gebiete, deren jedes einem bestimmten Sinn zugehört, derart, dass in ihm die specifischen Empfindungen und Wahrnehmungen dieses Sinnes zustandekommen. In der Rinde des Hinterhauptslappens hat die Lichtempfindung, die Gesichtswahrnehmung statt; ist diese Rindenpartie, die Sehsphäre, beiderseits entfernt oder zerstört, so ist das Tier vollkommen blind. In der Rinde des Schläfenlappens kommt es zur Schallempfindung, zur Gehörswahrnehmung; beiderseitige Zerstörung dieser Hörsphäre bringt Taubheit des Tiers

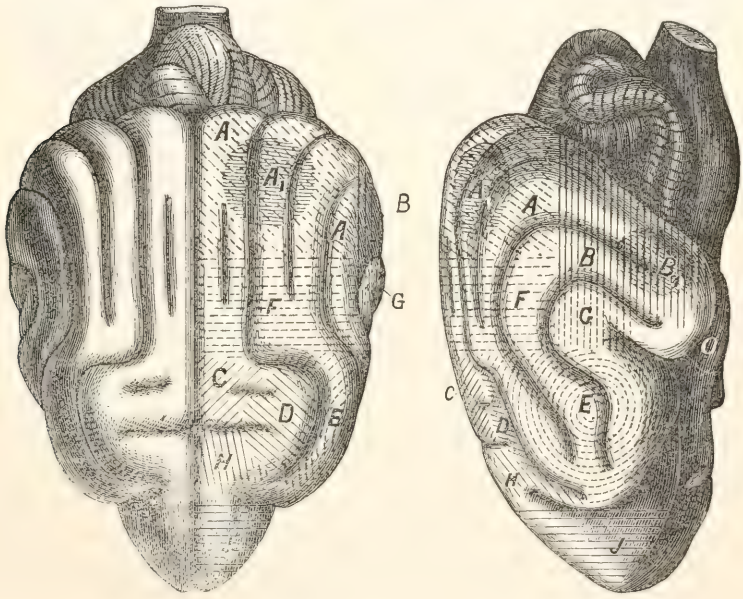


Fig. 1. Großhirnrinde des Hundes.
A Sehsphäre. *B* Hörsphäre. *O* Riechsphäre. *C*—*J* Fühlsphäre.
D Vorderbeinregion der Fühlsphäre. *C* Hinterbeinregion. *E* Kopfregion *F* Augenregion. *G* Ohrregion. *H* Nackenregion. *J* Rumpfregion.
A_1 Partie der Sehsphäre, deren Abtragung Seelenblindheit, B_1 Partie der Hörsphäre, deren Abtragung Seelentaubheit setzt.

mit sich. Unterhalb der Hörsphäre an der Basis des Hirns in der Rinde des *Gyrus hippocampi* ist das Centralorgan des Geruchssinnes

gelegen, die Riechsphäre, mit deren beiderseitiger Vernichtung alle Geruchswahrnehmung erloschen ist. Von größter Ausdehnung ist diejenige Rindenpartie, welche zu dem Gefühlssinne des Körpers in Beziehung steht, in welcher die Hautgefühle, die Muskelgefühle und die Innervationsgefühle zustandekommen: diese Fühlsphäre erstreckt sich über den Scheitellappen und den Stirnlappen. Nur die Schmecksphäre ist noch nicht aufgefunden; sie ist in einem kleinen Rindenabschnitt an der Basis des Hirns vor der *Fossa Sylvii* zu vermuten.

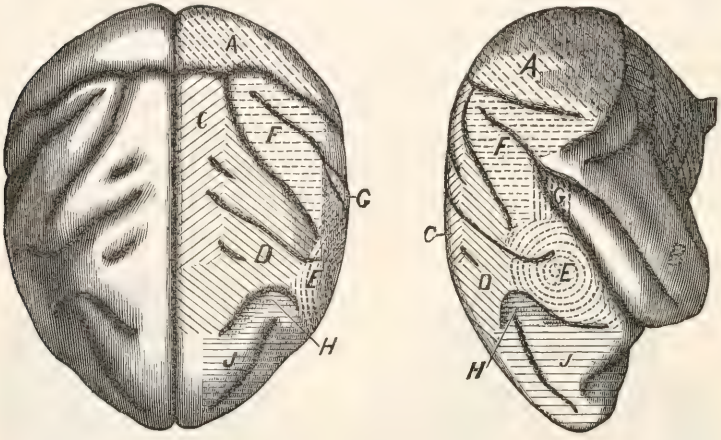


Fig. 2. Großhirnrinde des Affen.
Die Bezeichnungen wie in Fig. 1.

Die gleichnamigen Sinnessphären der beiden Großhirnhemisphären sind dabei insofern nicht gleichwertig, als sie in verschiedener Weise mit den peripheren Sinnesorganen verbunden sind; und zwar gehören meist Sinnessphäre und Sinnesorgan verschiedener Seiten zusammen, so dass von den Eindrücken, welche durch die Außenwelt oder sonst wie an der rechten Körperhälfte gesetzt sind, die Wahrnehmung in der linken Hirnhälfte erfolgt und umgekehrt. Aber auch innerhalb einer und derselben Sinnessphäre sind die verschiedenen kleineren Abschnitte der Sphäre wiederum von verschiedenem Werte; wenigstens für die räumlichen Sinne, deren Wahrnehmungen mit den sogenannten Lokalzeichen ausgestattet sind, ist dies bereits ausgemacht. Jede Fühlsphäre setzt sich aus einer Anzahl von Regionen zusammen, deren jede zu einem bestimmten Teile der gegenüberliegenden Körperhälfte in Beziehung steht, so dass ausschließlich in ihr die Gefühle dieses Körperteils entstehen und durch ihre Entfernung oder Zerstörung dieselben Gefühle, aber eben auch nur die Gefühle dieses einen Körperteils verloren gehen. So sind eine Augenregion, eine Ohrregion

eine Kopf- (Gesichts- und Zungen-)region, eine Armregion, eine Beinregion, eine Nackenregion, eine Rumpfregion an jeder Fühlsphäre zu unterscheiden. Von der Sehsphäre ist das größere mediale Stück dem größern medialen Teil der gegenseitigen Netzhaut, das kleinere laterale Stück dem kleinern lateralen Teil der gleichseitigen Netzhaut zugeordnet; und zwar sind die letztern lateralen Partieen von Sehsphäre und Netzhaut desto kleiner, je kleiner das gemeinschaftliche Gesichtsfeld beider Augen bei dem Tiere ist, beim Hunde also kleiner als beim Affen, und wiederum bei den verschiedenen Hunderassen dort kleiner, wo die Divergenz der Augen größer ist. Ueberall aber ist dann jeder kleinste Sehsphärenabschnitt mit einem bestimmten lichtempfindlichen Netzhautelemente verknüpft, und alle jene kleinsten Sehsphärenabschnitte sind regelmäßig und continuirlich angeordnet wie diese Netzhautelemente, so dass die Schicht der wahrnehmenden Elemente der Sehsphäre eine Projektion der lichtempfindlichen musivischen Netzhautschicht vorstellt. Mit der Entfernung oder Zerstörung einer kleinen Partie der Sehsphäre ist demgemäß jedesmal gewissermaßen ein zweiter blinder Fleck an einer bestimmten Stelle der Netzhaut gesetzt, ein Fleck, diesmal natürlich blind nicht durch den Mangel der lichtempfindlichen Netzhautelemente, sondern durch den Verlust der zugehörigen wahrnehmenden Hirnelemente.

Innerhalb jeder Sinnessphäre kommen ferner, selbstverständlich mittels anderer Formgebilde, die Sinnesvorstellungen zustande und haben die Erinnerungsbilder der frühern Sinneswahrnehmungen ihren Sitz. Ein Tier, dem ungefähr die mittlern Partieen beider Sehsphären abgetragen sind, ist seelenblind, d. h. es sieht alles, erkennt aber nichts, das es sieht; und wenn ungefähr die mittlern Partieen beider Hörsphären fortgenommen sind, so ist das Tier seelentaub, d. h. es hört alles, versteht aber nichts, das es hört. Erst mit der Zeit lernt das Tier wieder, gerade wie in seiner Jugend, im einen Falle das Gesehene kennen, im andern Falle das Gehörte verstehen, ganz allmählich und nur in dem Umfange, wie es jetzt Gesichts-, bez. Gehörswahrnehmungen macht und damit neue Erinnerungsbilder gewinnt. Es ist also am normalen Tier bloß ein Teil der Sinnessphäre mit Erinnerungsbildern besetzt, und dadurch ist dem Tier die Möglichkeit gewahrt, seinen Schatz an Erinnerungsbildern immer noch zu vermehren. Dass aber die Erinnerungsbilder gerade etwa im mittlern Teil der Sinnessphäre angehäuft, gleichsam gesammelt sich finden, das hat wenigstens für die Sehsphäre sich bereits verstehen lassen. Nicht von allen Sinneswahrnehmungen bleiben Erinnerungsbilder erhalten, sondern bloß von denjenigen Sinneswahrnehmungen, auf welche die Aufmerksamkeit gerichtet war. Gesichtswahrnehmungen dieser Art kommen aber immer unter Fixation des Objekts zustande, also mittels der Netzhautstellen des direkten oder deutlichen Sehens, welchen in den Sehsphären die mittlere Gruppe der wahrnehmenden

Elemente correspondirt. Nichts ist daher natürlicher, als dass auch die Formgebilde inmitten der Sehsphäre, welche mit den letztern Elementen am engsten verbunden sind, zuerst, so zu sagen, mit Erinnerungsbildern besetzt werden, gewissermaßen die Erinnerungsbilder in der Reihenfolge, wie die Wahrnehmungen zuströmen, von einem centralen Punkte aus in immer größerm Umkreise deponirt werden. In der Fühlsphäre sind die Gefühlsvorstellungen, welche den Gesichtsvorstellungen der Sehsphäre, den Gehörsvorstellungen der Hörsphäre entsprechen, mehrfacher Art: Berührungs- oder Druckvorstellungen, welche aus den Hautgefühlen, Lagevorstellungen, welche aus den Haut- und den Muskelgefühlen, Tast- und Bewegungsvorstellungen, welche aus den Haut-, den Muskel- und den Innervationsgefühlen hervorgehen. In jeder Region entstehen hier die Gefühlsvorstellungen und haben die Erinnerungsbilder der Gefühle ihren Sitz für denjenigen Körperteil, welchem die Region zugehört. Ist eine kleine Partie der Region entfernt, so hat das Tier die Tastvorstellungen verloren und auch die Bewegungsvorstellungen, so dass die willkürliche Bewegung des Körperteils aufgehoben ist, die ihre Ursache in jenen Bewegungsvorstellungen hat; Tast- und Bewegungsvorstellungen stellen sich dann aber mit der Zeit wieder ein. Ist eine größere Partie der Region abgetragen, so hat das Tier mit den Tast- und den Bewegungsvorstellungen auch die Lagevorstellungen eingebüßt, und wol die letzteren Vorstellungen stellen sich allmählich wieder her, nicht aber die Tast- und die Bewegungsvorstellungen. Nach noch größerer Abtragung sind auch die Lagevorstellungen für die Dauer vernichtet. Den bleibenden Verlust der Druckvorstellungen zu erzielen, bedarf es der Entfernung der ganzen Region; diese Druckvorstellungen entstehen, die Erinnerungsbilder der Druckgefühle haben ihren Sitz in der ganzen Ausdehnung der Region.

Endlich, wie mit dem Gedächtniss, verhält es sich mit der Intelligenz. So althergebracht auch der Glaube an die hohe Bedeutung der Stirnlappen ist, so haben doch diese Lappen nichts besonderes mit der Intelligenz zu schaffen, sie sind Regionen der Fühlsphäre. Die Intelligenz hat überall in der Großhirnrinde ihren Sitz; denn sie ist der Inbegriff und die Resultirende aller aus den Sinneswahrnehmungen stammenden Vorstellungen, der vorbehandelten Sinnesvorstellungen und der aus diesen weiter entwickelten complicirteren Vorstellungen. Wo auch immer die Großhirnrinde in einiger Ausdehnung lädirt ist, regelmäßig findet sich die Intelligenz geschädigt, und zwar durch den Ausfall solcher einfacher und verwickelter Vorstellungen, welche die Sinneswahrnehmung der betroffenen Rindenpartie zur Grundlage haben. Ist genug Rindensubstanz übrig geblieben, welche von neuem der Sitz der verlornen Vorstellungen werden kann, so ist eine Restitution möglich; andernfalls bleibt die Schädigung der Intelligenz unverändert für die Dauer bestehen. Hat die Läsion der Großhirn-

rinde eine beträchtliche Ausdehnung, oder combiniren sich kleinere Rindenläsionen in größerer Anzahl, so ist der Kreis der vorhandenen Vorstellungen dermaßen eingeengt und die Bildung neuer Vorstellungen derart verhindert, dass das Tier schon der groben Betrachtung als abnorm geistig beschränkt, als blödsinnig sich darstellt.

Alles dies ist allerdings durch die Versuche am Hund und am Affen ermittelt worden; aber gerade weil die Ermittlungen zunächst bloß auf die groben Funktionen der Großhirnrinde sich erstreckt haben, ist es nicht zu bezweifeln, dass dieselben auch für den Menschen Geltung haben. Schon haben pathologische Erfahrungen in diesem und jenem Punkte Bestätigungen geliefert; und der ausreichende Nachweis wird bald geführt sein, wenn nur die seltenen Krankheitsfälle, welche den Versuch zu ersetzen vermögen, in die Hände tüchtiger Aerzte gelangen. Das ist aber um so mehr zu wünschen, als bei der Schwierigkeit, die es hat, von den Tieren sichern Aufschluss über ihre Vorstellungen zu gewinnen, das tiefere Eindringen in das Gebiet überhaupt in wesentlichen Stücken der Pathologie wird vorbehalten bleiben.

Für das Verständniss der fortschreitenden Entwicklung des Säugetierhirns, nicht minder für die vergleichende Betrachtung der Hirne der Menschen ist mit dem neuen physiologischen Erwerb eine neue und breitere Grundlage geschaffen. Um so gesicherter ist diese Grundlage, als der Versuch am Tiere und die Beobachtung am Menschen bereits übereinstimmend dargetan haben, dass, wo ein Sinnesorgan oder ein Körperteil von Jugend auf gefehlt oder lange nicht funktionirt hat, auch der zugehörige Großhirnabschnitt in der Ausbildung zurückgeblieben oder verkümmert ist. Wüsste man es nicht, man könnte es jetzt z. B. aus der Form des hintern Endes des Grosshirns beim Igel, beim Maulwurf, bei der Fledermaus erschließen, dass diese Tiere nur mit einem sehr unvollkommnen Gesichtssinn ausgestattet sind. Selbst da noch, wo bloß die knöcherne Hülle des Hirns erhalten geblieben ist, wird, freilich in engern Grenzen, ein Urteil möglich sein. Nicht bloß die Schädelhöhle wird Anhaltspunkte bieten können, sondern auch die äußere Form des Schädels; denn bei Tieren, welchen kurz nach der Geburt Sinnesorgane zerstört waren, haben sich am Schädel Deformitäten ergeben, welche den in der Ausbildung zurückgebliebenen Hirnpartieen entsprachen.

H. Munk, Ueber die Hörsphäre der Grosshirnrinde.

Monatsber. d. Kön. Akad. d. W. zu Berlin. Mai 1881.

Die im vorstehenden Artikel in Kürze referirten Untersuchungen Munk's erhalten in Bezug auf die Hörsphäre eine wesent-

liche Ergänzung und Erweiterung durch die vorliegenden neuen Studien. Es wurde damals schon festgestellt, dass es eine Hörsphäre gibt in dem Sinne wie eine Sehsphäre, Fühlsphäre, Riechsphäre u. s. w. existirt. Dieselbe wurde im Schläfenlappen des Hundes nachgewiesen. Es gelang ferner schon damals im Innern der Hörsphäre eine circumscripte Rindenpartie zu erkennen, deren Zerstörung das Tier zwar nicht rindentaub, aber seelentaub machte. Ich erinnere daran, dass Munk sowol für den Gesichtssinn als für den Gehörsinn zweierlei Störungen unterscheidet, welche durch die Ausschaltung von Rindenteilen erzeugt werden können; erstens Rindenblindheit bezw. Rindentaubheit, dadurch charakterisirt, dass die betreffenden Sinneseindrücke überhaupt nicht zum Bewusstsein gelangen; zweitens Seelenblindheit bezügl. Seelentaubheit, bei deren Vorhandensein zwar die Eindrücke zum Bewusstsein gelangen aber wegen gänzlichen Mangels des auf diese Eindrücke bezüglichen Gedächtnisses nicht verstanden werden. Doch können die Gedächtnissbilder neu gesammelt und so das Tier dem normalen Zustande wieder zugeführt werden. Die Rindenstelle deren Zerstörung bloß Seelenblindheit nicht Rindenblindheit erzeugt (A_1) liegt ungefähr in der Mitte der Sehsphäre, ähnlich liegt die Stelle (B_1), deren Zerstörung mit Seelentaubheit verbunden ist, in der Mitte der Hörsphäre. (Vgl. die Figuren S. 335 u. 336.)

Bei der großen Schwierigkeit, die es hat, an einem Hunde beide Hörsphären zu exstirpiren und ihn dann noch dauernd am Leben zu erhalten, war Munk von seinen zuerst publicirten Versuchen nicht zufrieden gestellt. Er unternahm neue, und es gelang nun in der Tat die beiderseitige vollständige Exstirpation der Hörsphäre. Es ist dies deshalb von Wichtigkeit, weil es gerade im Gebiet des Gehörsinns nicht gut möglich ist, zu unterscheiden, welche Eindrücke durch das eine, welche durch das andere Ohr vermittelt werden.

Ein Hund, an welchem die Operation beiderseits gelungen ist, treibt sich mit den andern Hunden umher und zeigt keinerlei motorische Abnormitäten; Sehen, Riechen, Schmecken, Fühlen sind ebenfalls vollkommen normal, aber das Tier ist auf beiden Ohren vollkommen taub. Man kann das Tamtam schlagen, ohne dass es im Geringsten darauf reagirt. Dabei ist es auffallend, dass der Hund, wie Munk erzählt, nicht mehr die Ohren spitzt, wenn er etwas Besonderes sieht, wie das ja normale Hunde zu tun pflegen. Auch wird er, eine analoge Erscheinung, stumm. Er hört allmählich auf zu bellen — er gewöhnt es sich gleichsam ab — offenbar weil er keinen unmittelbaren Eindruck des Effekts seiner Anstrengungen mehr erhält.

Was die Ausdehnung der gesammten Hörsphäre betrifft, so umfasst sie am Hundehirn beiderseits die drei hintern Windungen des Schläfenlappens — die vorderste an die *Fossa Sylvii* gränzende Windung derselben ist also nicht mit einbegriffen — und reicht nach aufwärts etwa so weit wie man gewöhnlich den Schläfenlappen rech-

net, d. h. bis etwas über die Höhe in welcher das obere Ende der *Fossa Sylvii* liegt.

Nach Feststellung dieser Tatsachen stellte sich Verf. weiter die Fragen: steht eine Hörsphäre ausschließlich oder nur teilweise mit dem Gehörnerv der gekreuzten Seite in Verbindung? ferner: lassen sich in einer Hörsphäre noch funktionell differente Gebiete unterscheiden?

Die erste Frage wurde dadurch beantwortet, dass Hunden eine Hörsphäre und die Gehörsschnecke derselben Seite zerstört wird. Der Hund war vollkommen taub. Es ist dies nur möglich, wenn jede Hörsphäre einzig mit dem gekreuzten Gehörorgan in Beziehung steht. Es verhält sich also die Hörsphäre anders wie die Sehsphäre, da wie Verf. früher gezeigt hat, ein Teil der Netzhautfasern in der Sehsphäre derselben Seite seine Endigung findet.

Die Beantwortung der zweiten Frage stieß auf große Schwierigkeiten. Doch wurden dieselben soweit überwunden, dass festgestellt werden konnte: die vordern Abschnitte der Hörsphäre dienen zur Wahrnehmung hoher Töne, die hintern Abschnitte derselben zur Wahrnehmung tiefer Töne, die mittlern Töne sind zwischen und unterhalb dieser beiden Stellen lokalisirt, so dass, wenn man die einzelnen Lokalitäten miteinander verbindet, ein nach abwärts convexer Bogen entsteht, der das untere Ende der *Fissura postsylvia* (R. Owen) umfasst, und in dem von vorne nach hinten die Wahrnehmung der Töne von abnehmender Höhe lokalisirt ist.

Sigm. Exner (Wien).

Das Eiweiss auf seiner Wanderung durch den Tierkörper.

Von

Dr. Schmidt-Mülheim (Proskau).

II. Die Abzugsbahnen des Peptons aus der Darmhöhle.

Die Streitfrage, welche Abzugsbahnen die Nährstoffe bei ihrem Eintritt in den Organismus wählen, beginnt mit der Entdeckung des Lymphgefäßsystems durch Aselli, Rudbeck und Pecquet. Verstand es sich bis dahin von selbst, dass den Darmvenen allein die Arbeit zufiel, so eröffnete sich mit dem Nachweis der Chylusgefäße eine neue Bahn, welche die gesammte oder mindestens einen Teil der Resorption übernehmen konnte.

Auf Grund der Beobachtung Aselli's, dass die Chylusgefäße der Hunde zur Zeit der Verdauung eine rahmartige Flüssigkeit beherbergen, welche fastenden Tieren völlig fehlt, betrachtete man schon lange die Chylusbahnen als die einzigen Straßen für den Transport der Nähr-

stoffe in den Organismus, als man auch noch auf anderm Wege die hohe Bedeutung dieser Gefäße für die Resorption nachzuweisen suchte. Lower, Duverney, Astley Cooper u. A. durchschnitten oder unterbanden nämlich den *Ductus thoracicus*. Der Umstand, dass der Operation fast regelmäßig der Tod folgte, ließ in Verbindung mit den Beobachtungen, nach denen in Fällen mit günstigerm Verlauf der Ductus Aeste abschickte, welche noch eine freie Communikation mit der Blutbahn gestatteten, die Anschauung entstehen, dass die Absperrung des Chylus von der Blutbahn deshalb tötlich werde, weil nur die Chylusgefäße im Stande seien, dem Organismus die zu seinem Bestande erforderlichen Nährstoffe zuzuführen. Unhaltbar wird aber diese Anschauung sogleich, wenn man nur die Zeit berücksichtigt, welche von der Vollendung der Operation bis zum Eintritt des Todes verstrich. Denn mit Ausnahme von zwei Versuchstieren Colin's, welche den Eingriff 20 und 25 Tage überlebten, starben die übrigen Hunde ausnahmslos am zweiten bis zwölften Tag nach der Operation. Dieser Zeitraum aber ist durchaus ungenügend, um einen Hund auch bei vollständigster Entziehung der Nahrung dem Hungertode entgegenzuführen.

Diese Experimente können deshalb zu keiner Entscheidung der Frage dienen, welche Bahnen die Nährstoffe bei ihrer Resorption einschlagen, und genau dasselbe gilt auch für Versuche von Martin, Lister, Haller u. A. Diese glaubten nämlich den direkten Uebergang färbender Substanzen vom Darme aus in die Chylusgefäße beobachtet zu haben und schlossen hieraus auf eine Abfuhr der Nährstoffe mittels der Chylusgefäße. Spätere Beobachter, Hallé, Magendie, vorzüglich aber Tiedemann und Gmelin, haben ausnahmslos andere Resultate erhalten, und es kann wol kaum noch zweifelhaft sein, dass die Erstgenannten den Inhalt der Chylusgefäße erst besichtigten, nachdem so viel Zeit verstrichen war, dass die zuerst in die Blutbahn gelangten Farbstoffe in der Lymphe wieder erscheinen konnten.

Als die Fortschritte der physiologischen Chemie eine vergleichende Analyse von Chylus, Lymphe und Blut ermöglichten, da suchte man die Resultate derartiger Untersuchungen einer Beantwortung unserer Frage dienstbar zu machen. Schloss man zunächst aus der bloßen Anwesenheit von Eiweißkörpern innerhalb der Chylusgefäße auf eine direkte Wanderung dorthin vom Darm her, so war dieses nur so lange berechtigt, bis der Nachweis geliefert worden, dass sich die Lymphgefäße des Darms in dieser Hinsicht nicht anders verhalten wie die aller übrigen Körperteile, welche stets einen stark eiweißhaltigen Inhalt beherbergen. Von Bedeutung war hier namentlich der Nachweis Lesser's, dass selbst bei vollkommener Nüchternheit des Tiers aus den Darmwandungen ein gleicher Lymphstrom hervorgehen kann wie während der Verdauung. Auch die Beobachtung Brücke's, dass

einige Zeit nach dem Tode säugender Tiere geronnenes Eiweiß in den Chylusgefäßen anzutreffen ist, spricht nicht zu Gunsten einer Abfuhr der Eiweißkörper mittelst der Chylusbahnen. Denn für die Annahme Brücke's, dass es sich hier um resorbirtes Caseïn gehandelt habe, welches unter dem Einfluss einer postmortalen Säurebildung zur Ausscheidung gelangt sei, sind nicht allein die zu einer strengen Beweisführung gehörenden Erfordernisse nicht erfüllt, sondern es wird diese Annahme sogar erschüttert durch die weitern Mitteilungen desselben Autors, dass die Gerinnsel auch dann anzutreffen seien, wenn gar keine Milch genossen wurde. Gleich wenig befriedigend sind die Schlüsse, die man aus den bisherigen Untersuchungen des Bluts der *Vena portae* gezogen hat. Keine Ausnahme hievon bilden die neuesten Versuche dieser Art von Drosdoff. Ohne den Nachweis geliefert zu haben, dass der Körper die Chylusbahnen nicht zu passiren im Stande war, also nicht indirekt den Blutstrom erreichen konnte, hat man einzig und allein aus der Anwesenheit von Pepton im Blute der Pfortader auf einen Uebertritt des Peptons in die Wurzeln dieses Gefäßes geschlossen.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass die Frage nach den Abzugswegen des Eiweißes noch durchaus offen war, und dass es namentlich an streng durchgeführten quantitativen Bestimmungen fehlte, wie sie Zawilski und von Mering für die durch die Chylusgefäße abgeführte Fett- und Zuckernahrung versucht haben, als ich auf Anregung des Herrn Geheimrat C. Ludwig den Versuch unternahm, die einer exakten Beantwortung der Frage entgegenstehenden Schwierigkeiten zu beseitigen.

Die einschlägigen Untersuchungen zerfallen in zwei Gruppen: die erste Gruppe beschäftigt sich mit dem Umfang der Eiweißabfuhr und des Eiweißumsatzes nach der Absperrung des Chylus von der Blutbahn, also unter Verhältnissen, unter denen allein die Blutbahnen als Abzugswege in Betracht kommen konnten; der andern Gruppe gehören Versuche an, in denen durch vergleichende Peptonbestimmung in Chylus und Blut zur Zeit der Eiweißverdauung über die Resorptionsbahnen des Peptons Aufschluss zu erhalten gesucht wird.

Die Versuche der ersten Art gingen von folgender Ueberlegung aus: die Stickstoffausscheidung durch den Harn, welche uns bekanntlich einen Maßstab für den Eiweißumsatz im Organismus gewährt, ist bei Hunden, die kurze Zeit gehungert haben, sehr gering und besitzt für vierundzwanzigstündige Perioden einen annähernd constanten Wert. Reicht man unter diesen Verhältnissen einem Hunde Eiweißnahrung, so steigert sich der Eiweißzerfall in einem solchen Grade, dass der allergrößte Teil des verabreichten Eiweißes innerhalb 24 Stunden in Gestalt stickstoffhaltiger Harnbestandteile zur Ausscheidung gelangt. Kommt nun dieses Verhalten bei Tieren, deren Chylusstrom sich nicht mehr in das Blut ergießen kann, in Wegfall, so ist die hohe Bedeu-

tung der Chylusbahnen für die Eiweißabfuhr direkt nachgewiesen; ist aber das Umgekehrte der Fall, so spricht dieser Befund dafür, dass auch die Blutbahnen verdautes Eiweiß aus der Darmhöhle aufzunehmen vermögen.

Ehe nun den Versuchen dieser Art näher getreten werden konnte, mussten eigene Anschauungen über die Einwirkung der zur Absperrung des Lymphstroms notwendigen operativen Eingriffe auf das Befinden der Versuchstiere gewonnen werden.

Die Operation, durch welche der Abfluss des Chylus aufgehoben werden sollte, gestaltete sich in Folge der ungemein häufigen Anomalien im Einmündungsgebiet der Lymphgefäße umfangreicher, als vorherzusehen war. Dennoch hatte eine sorgfältig ausgeführte Operation bei antiseptischer Behandlung der Wunde keine nennenswerten Störungen im Allgemeinbefinden der Tiere im Gefolge. Wie lange diese nach der Ausschaltung des Chylus noch zu leben vermögen, ist mir unbekannt geblieben, da sie bereits kurze Zeit nach der Operation getötet wurden.

Bei der Autopsie zeigten sich regelmäßig umfangreiche Lymphstauungen. Schon bald nach der Unterbindung des Milchbrustganges und ev. auch seiner Verzweigungen werden die großen Lymphstämme, besonders der *Ductus thoracicus* und das *Receptaculum chyli* durch die nachrückende Flüssigkeit bedeutend ausgedehnt. Sie schwellen zu dicken Strängen an, die beim Anstechen das Hervorquellen eines mächtigen Chylusstroms bewirken. Auch die in die Cisterne einmündenden Gefäße werden von dieser prallen Füllung betroffen. Diese Stauungen führten zu Infiltrationen des perivasculären Bindegewebes. Von einer derartigen Infiltration wird zunächst das um die größten Gefäßstämme gelegene Gewebe betroffen, ganz besonders gilt dies für die Cisterne und den *Ductus thoracicus*. Von der Cisterne aus kann alsdann der infiltrirte Chylus dieselbe Wanderung anstellen, welche der Chirurgie von dem Eiter retroperitonealer Abscesse bekannt ist, und man trifft alsdann den Milchsaft in der Umgebung des Rectums und Afters, unter der Haut der Hinterschenkel und in dem Bindegewebe zwischen den Bauchmuskeln an.

War der Inhalt der Chylusgefäße fettfrei und durchsichtig, so besaß das Bindegewebe den gewöhnlichen ödematösen Habitus, war hingegen der Chylus fetthaltig und milchig, so zeigte das Bindegewebe eine milchige Infiltration. Bei großem Fettgehalt des Chylus erschien das Bindegewebe weiß wie Rahm.

Manometrische Messungen des Lymphdrucks wurden nicht vorgenommen; doch scheint es, als wenn schon ganz geringe Druckwerte zur Erzeugung der Chylusextravasate genügten, denn sie fanden sich selbst dann vor, wenn ein beim Hunde äußerst häufig vorkommender Ast des *Ductus thoracicus*, der ein umfangreiches Abfließen des Chylus in das Venengebiet der rechten Seite gestattet, nicht unterbunden war.

Astley Cooper, der nach der Unterbindung des Milchbrustgangs gleichfalls Chylusergüsse beobachtet hat, lässt selbige durch eine Berstung der Lympheisterne zu Stande kommen. Er untersuchte nun, welche Kraft erforderlich sei, um die Cisterne zum Platzen zu bringen und fand, dass sie dem ganz enormen Druck einer zwei Fuss hohen Quecksilbersäule erfolgreichen Widerstand zu leisten vermag. Es muss befremden, dass Cooper selbst dann noch an seiner Ansicht festhielt, als er sich davon überzeugte, dass es gar nicht notwendig ist den Ductus zu unterbinden, um die beschriebenen Veränderungen des Bindegewebes hervorzurufen, dass diese vielmehr dann schon anzutreffen sind, wenn man mit Milch gefütterten Tieren nur wenige Minuten den Milchbrustgang mit dem Finger comprimirt. Aus Cooper's Versuchen geht nicht hervor, auf welche Weise er sich von dem Vorhandensein einer Ruptur der Cisterne überzeugt hat. Dieses lässt sich wol am besten mittels behutsamer Injektion farbiger Massen in das Receptaculum erzielen. Dringen die Massen von hier aus mit Leichtigkeit in das perivasculäre Gewebe, so wird eine Zerreißung vorgelegen haben; bleiben sie aber selbst bei stundenlangem Verweilen unter hohem Druck innerhalb der Cisterne, so wird man nicht gut von einer Ruptur dieser reden können. So gerne ich nun auch zugeben will, dass es auf den ersten Blick den Anschein hat, als seien die Chylusergüsse durch Berstung hervorgerufen, so ist es mir dennoch in zahlreichen Fällen nur ein einziges Mal gelungen, eine diffuse Verbreitung von Berlinerblau in dem um die Cisterne gelegenen Bindegewebe nachzuweisen. Ich muss aber ausdrücklich betonen, dass diese Zerreissung aller Wahrscheinlichkeit nach erst beim Freilegen der Cisterne mittels der Präparirnadeln zu Stande kam. In allen andern Fällen ließ sich selbst bei mehrstündigem Verweilen von Berlinerblau in der Cisterne unter einem Druck von 40—50 mm. Quecksilber nie auch nur eine Spur der Injektionsmasse außerhalb des Lymphbehälters antreffen.

Kurz sei noch bemerkt, dass sich in Folge der Lymphstauungen sowol in der Bauch- als auch in der Brusthöhle ein mehr oder weniger großes Quantum von Chylus anzusammeln pflegt, der an der Luft zu einem Kuchen von ziemlich erheblicher Consistenz gerinnt, dass die Lymphdrüsen anschwellen und das Pankreas und die Mesenterialdrüsen zuweilen völlig von infiltrirtem Bindegewebe verdeckt sind.

Als sich nun weiterhin zeigte, dass die Ausschaltung des Chylus ohne jeden nachweisbaren Einfluss auf die Harnstoffausscheidung der Versuchstiere blieb, da ergab sich folgender Versuchsplan.

Jedem der Hunde, welche zur Untersuchung verwendet werden sollten, wurde so lange das Futter entzogen, bis die Harnstoffausscheidung einen constanten minimalen Wert angenommen hatte. Alsdann wurden die Einmündungen des Chylusstroms in die Blutbahn unterbunden und das Tier nunmehr mit einer Nahrung von genau er-

mittelem Eiweißgehalt gefüttert. Nach einer zur Verdauung des Versuchsfutters für genügend erachteten Frist wurden die Tiere getötet und nunmehr der Inhalt des Digestionsapparats sorgfältig aufgesammelt. In letzterm wurde der Stickstoffgehalt ermittelt, so dass man durch den Abzug dieses von demjenigen des Versuchsfutters die Menge des resorbirten Eiweißes feststellen konnte. Da auch der nach der Fütterung gebildete Harnstoff bestimmt wurde, so ließ sich leicht ermitteln, in welchem Umfang sich dieser durch das resorbirte Eiweiß vermehrt hatte.

Für brauchbar wurden hierbei nur diejenigen Versuche gehalten, bei denen sich durch eine behutsame Injektion der Lymphbahnen der strenge Nachweis führen ließ, dass der völlige Verschluss der Chyluswege untadelhaft gelungen war.

Uebrigens erhielten die Tiere einige Zeit vor Anstellung der Versuche ein kleines Quantum frischer Kalbsknochen, wodurch im Darmkanal ein scharf begrenzter weißer Kothring entsteht, der die Rückstände vom Versuchsfutter von älteren im Verdauungsapparate befindlichen Massen scharf zu trennen vermag.

Bei reiner Fibrin- und Caseïnnahrung enthielt der Magen 24 Stunden nach der Operation und der Aufnahme des Futters meistens nicht unbeträchtliche Rückstände; bei Fleischfütterung waren indessen um diese Zeit im Magen und im Dünndarm fast regelmäßig nur geringe Mengen Schleim anzutreffen. Zum Zwecke einer Analyse des Magendarminhalts wurde dieser mittelst eines Platinspatels sorgfältig von der Schleimhaut abgehoben, letztere außerdem noch mit der Spritzflasche abgespült und das Ganze auf dem Wasserbade eingedampft. Zur Vorbereitung für die Stickstoffbestimmung wurde der so gewonnene feste Rückstand fein pulverisirt, bei 100° getrocknet und gewogen. Die Stickstoffbestimmungen geschahen nach dem von Dumas angegebenen Verfahren.

Zum Zweck des Aufsammelns und der Abgrenzung der täglichen Harnmengen waren die Tiere darauf abgerichtet, ihren Harn regelmäßig alle 24 Stunden in eine untergehaltene Schale zu entleeren. Da außerdem die Hunde während der ganzen Versuchsdauer in einem Käfig weilten, der mit Eisendrahtboden und einem unter diesem befindlichen sorgfältig glasirten Thonuntersatz von trichterförmiger Gestalt versehen war, so konnte für ein genaues Gewinnen des Harns die möglichste Sicherheit erlangt werden. Die Bestimmungen des Stickstoffs im Harn erfolgten nach der Methode Seegen-Nowack.

Viele in der beschriebenen Weise angestellte Versuche haben nun die überaus wichtige Tatsache festgestellt, dass nach der völligen Absperrung des Chylus von der Blutbahn die Resorption der Eiweißnahrung wie bei offenen Chyluswegen stattfindet und dass hier, genau wie unter normalen Verhältnissen, ein der resorbirten Nahrung entsprechendes Quantum Stickstoff durch den Harn zur Ausscheidung gelangt.

In einem Falle hatte ein Hund nach vollständigster Absperrung des Chylusstroms von der Blutbahn innerhalb 48 Stunden noch 583,24 Grm. in einem andern Falle gar 645 Grm. Fleisch verdaut und resorbirt. Stets fand sich dabei im Harn eine dem aufgesaugten Fleischquantum entsprechende Menge Stickstoff.

Auf dem betretenen Weg war natürlich gar nichts über die chemische Natur der resorbirten Stoffe zu ermitteln und dieser Mangel musste um so schwerer ins Gewicht fallen, als Kühne gezeigt hat, dass der Bauchspeichel ein Ferment enthält, welches einen erheblichen Teil der Eiweißnahrung in krystallinische Zersetzungsprodukte überzuführen vermag. Verbindet man die Resultate der eben beschriebenen Experimente mit denen meiner Versuche über die Verdauung der Eiweißkörper, so ist allerdings kaum daran zu zweifeln, dass die Blutgefäße zur Abfuhr von unzersetztem Eiweiß geeignet sind. Zum strengern Beweis hiefür bedurfte es jedoch besonderer Versuche.

Da ich gezeigt hatte, dass die Verdauung des Fleisches innerhalb des Digestionsapparats unter normalen Verhältnissen kaum über die Peptonbildung hinausgeht und dass die Hauptmasse der in Lösung befindlichen Körper sowol im Magen als im Darmkanal aus Pepton besteht, so war die Hauptaufmerksamkeit auf diesen Körper zu richten und von der größten Bedeutung musste es werden, sollte es gelingen, quantitativen Aufschluss über das Vorkommen desselben im Chylus und Blut zu erhalten.

Sollten durch den Nachweis von Pepton die Bahnen, auf denen das Eiweiß in den Säftestrom tritt, direkt bestimmt werden, so schien es geboten, zunächst das Blut normaler Tiere auf seinen Peptongehalt zu untersuchen.

Bereits mehrere Beobachter haben im Blute Pepton angetroffen. Von seinem regelmäßigen Vorkommen konnte ich mich aber nur dann überzeugen, wenn das Blut Hunden entnommen war, die sich in der lebhaftesten Eiweißverdauung befanden, und auch hier nur dann, wenn bereits einige Stunden seit der Futteraufnahme verstrichen waren. Da wir nun nicht wissen, dass das im Blut circulirende Pepton anderswo als in der Darmhöhle gebildet wird, wir aber davon unterrichtet sind, dass die Eiweißnahrung schon bald nach ihrer Resorption entweder in Form von Harnstoff und andern Zersetzungsprodukten den Organismus verlässt oder zu „Organeiweiß“ wird, so war mit einiger Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass es gelingen werde, durch kurzes Fasten das Blut peptonfrei zu machen. Die hierauf ausgehenden Beobachtungen bewiesen in der Tat, dass das Blut nüchterner Tiere kein Pepton enthält.

Hatte sich aber ergeben, dass dem Blut nüchterner Tiere eine scharf charakterisirte eiweißartige Substanz fehlt, die bei gefütterten Tieren angetroffen wird, so musste es nunmehr von hoher Bedeutung sein, zu erfahren, ob ein Tier mit peptonfreiem Blut nach der Ab-

sperrung des Chylus von der Blutbahn noch Pepton aus der Darmhöhle abzuführen vermag.

Zu dem Ende ließ man Hunde kurze Zeit fasten und reichte ihnen dann eine eiweißreiche Nahrung. War diese verzehrt, so wurde sofort zur Absperrung des Chylus von der Blutbahn geschritten und einige Stunden nachher eine Blutprobe entnommen. Das so gewonnene Blut wurde auf Pepton untersucht. In zwei nach dieser Richtung hin angestellten Versuchen fand sich Pepton im Blute vor, weshalb es wol als bewiesen angesehen werden darf, dass die Blutgefäße Pepton aus dem Darminhalt wegzuleiten im Stande sind. In den erwähnten Versuchen enthielt das Blutserum in dem einen Fall 0,017, in dem andern 0,028 % Pepton.

Damit, dass unter den beschriebenen Verhältnissen Pepton vom Verdauungsapparat aus in die Blutgefäße übertreten kann, ist nun keineswegs ausgesagt, dass es unter physiologischen Verhältnissen ausschließlich diesen Weg einschlägt; im Gegenteil, man musste es für möglich, ja für wahrscheinlich halten, dass ein Teil desselben auch in die Chylusbahnen gelange. Und letzteres hauptsächlich darum, weil es in der Literatur nicht an Angaben fehlt, dass sowol Lymphe, wie lymphatische Ergüsse in die Unterleibshöhle peptonhaltig seien. Da nun aller quantitativer Nachweis darüber fehlt, wie sich das Pepton auf Blut und Chylus verteilt, so hielt ich es für geboten, in beiden Flüssigkeiten, welche in der Verdauung begriffenen Tieren möglichst gleichzeitig entnommen waren, vergleichende Peptonbestimmungen vorzunehmen; auch untersuchte ich lymphatische Ergüsse, die sich nach der Unterbindung des *Ductus thoracicus* gefütterter Tiere in deren Bauchhöhle gebildet hatten.

Hier fand ich nun zu meiner großen Ueberraschung ebensowenig in dem aus dem *Ductus thoracicus* ausgeflossenen, wie in der durch Lymphstauung aus der Bauchhöhle gewonnenen Flüssigkeit Pepton vor, obwol die milchweisse Farbe des Chylus (dem Versuchsfutter war ein kleines Quantum Fett beigemengt) den Beweis dafür lieferte, dass er aus einem in lebhafter Resorption begriffenen Darm abfloss.

Die Bedeutung dieses Befunds erhöhte noch der Umstand, dass in dem Blut von Tieren, denen der peptonfreie Chylus entstammte, Pepton enthalten sein konnte. Der Gehalt des Serums an diesem Körper war in einem Fall 0,008 %, in einem zweiten 0,022 %, während ein drittes Serum sich vollkommen peptonfrei zeigte.

Hatte sich aus allen bis jetzt mitgeteilten Versuchen ergeben, dass eine Abfuhr des Peptons mittelst des Chylus nicht nachzuweisen ist, so musste dieses Ergebniss auf eine Untersuchung des Pfortaderinhalts hinweisen. Und das um so mehr, als schon vor Jahren durch Plósz und Gyergyai und neuerlichst durch Drosdoff Pepton im Pfortaderblut nachgewiesen worden. Zu einer Aufnahme derartiger Versuche fühlte ich mich in erster Linie deshalb bewogen, weil ich nach

den von mir gewonnenen Erfahrungen über die Geschwindigkeit der Fleischverdauung erwarten durfte, das Pepton in weit reichlicherer Menge anzutreffen, als es nach ihren freilich nur qualitativen Angaben die erwähnten Beobachter gefunden zu haben scheinen. Außerdem konnte ich zur Gewinnung des Pfortaderbluts von dem höchst zweckmäßigen Verfahren Gebrauch machen, dessen sich v. Mering und Bleile bei ihren Zuckerbestimmungen bedient hatten. Dieses benutzt zum Aderlass aus der Pfortader die Milzvene, durch welche am lebenden Tier ohne jede Störung des Blutlaufs in der Darmwandung ein Katheter bis in die Nähe der Leber vorgeschoben wird. Endlich durfte ich erwarten, mit Hilfe einer von mir zuerst in Anwendung gebrachten colorimetrischen Methode zu einer genauern Bestimmung des quantitativen Verhältnisses zu gelangen, in welchem die Peptonmengen der Pfortader zu denen des Carotidenbluts stehen.

Der Reinheit des Versuchs wegen zog ich es vor, bei diesen Bestimmungen die Tiere mit Pepton zu füttern, und zwar erhielt jeder Hund 30 Grm. In drei Beobachtungen nun, in denen ich 1, $1^1/_2$ und 2 Stunden nach dieser Fütterung gleichzeitig Blut aus der *A. carotis* und *V. portarum* entnommen habe, wurden die gehegten Erwartungen nicht bestätigt, denn einmal waren kaum mehr als innerhalb der Fehlergrenzen ($\pm$ 6 %) die Peptonprocente beider Blutarten von einander verschieden, und die beiden andern Male ließ sich weder im arteriellen, noch im venösen Blut überhaupt eine Peptonreaktion erkennen. In dem ersten Fall zeigte das Pfortaderblut einen Peptongehalt von 0,011, das Carotidenblut einen solchen von 0,008 %.

Die überraschende Erscheinung, dass sich das Pepton nicht regelmäßig im Blut vorfand und dass es hier überhaupt immer nur in sehr geringen Procentsätzen angetroffen wird, hat seinen Grund in Verhältnissen, welche im folgenden Abschnitt dieser Arbeit erörtert werden sollen.

Beiträge zur Histologie des quergestreiften Muskels und der Nervenendigung in demselben.

Vorgelegt in der mathem.-naturwiss. Klasse der ungar. Akademie der Wissensch. vom correspondirenden Mitglied

Prof. Dr. L. v. Thanhoffer (Budapest).

Hauptresultate der Untersuchung.

1) Das Sarkolemm der quergestreiften Muskeln der Käfer hat zwei, durch die Verdauungsmethode isolirbare Membranen.

2) Die Nerven endigen im Muskel mit den bekannten Nervenendplatten, und die Nervenendplatte breitet sich zwischen diesen zwei Membranen des Sarkolemms aus.

3) Bei Käfern teilt sich der Axencylinder des Nerven dichotomisch in der Endplatte, der Nerv selbst breitet sich in der Endplatte netzförmig aus. In den Muskelfasern der Amphibien (Frosch) breitet sich der Nerv ebenfalls endplattenartig aus, jedoch nicht unter Netzbildung, sondern nur in der bekannten dichotomischen Teilungsweise mit den über der Muskelsubstanz liegenden Kernen zusammenhängend; eigentlich stoßen diese Kerne nur an die Axencylinder-Fasern an.

4) Die Sohle der Endplatte ist (wenigstens bei den Muskelfasern der Käfer) von der Muskelsubstanz durch ein membranartiges Gebilde (Nervenmantel) getrennt. Diese Sohlenmembran aber und die aus dieser sich ausbreitende innere kernige Lamelle des Sarkolemms hängt mit den Krause'schen Querlinien (man kann sagen Nervenendplatten) zusammen[1]).

5) Die Querstreifung zerfällt bei durch elektrische Reizung hervorgerufener kräftiger Contraction der Muskelsubstanz in Moleküle; die dennoch sichtbaren feinen Streifungen entstehen durch die Annäherung der Krause'schen Querlinien (Zwischenscheibe) an einander; jedoch scheinen bei sehr kräftigen Contractionen auch diese zu verschwinden.

6) Wir können an dem gedehnten Muskel des Käfers alle bis jetzt beschriebenen Querstreifen sehen.

7) Die äußere Hülse des Muskelsarkolemms verwächst mit der äußeren hyalinen Hülse der mit diesem zusammenhängenden Sehne; während bei der Sehne ein in die Muskelsubstanz hineinragendes netzförmiges Kanalsystem sich befindet, welches an den Knotenpunkten zellenförmige kernige Gebilde besitzt und den Saftkanälchen anderer Organe gleicht. Diese laufen eine kleine Strecke in der Muskelsubstanz fort, und hier verlieren sich ihre Aeste in der Kittsubstanz der Muskelprimitivfibrillen. Diese Kanäle können nichts Anderes, als Saftkanälchen sein.

8) Bei zerzupften Goldpräparaten stellte es sich heraus, dass in den Saftkanälchen bei der Insertionsstelle der Sehne an die Käfermuskel sich Bindegewebszellen mit windmühlflügelähnlichen Fortsätzen befinden, und dass deren einzelne Lamellen sich teils zwischen die Sehnenbündel, teils zwischen die Muskelfibrillen hineindrängen.

9) Die Nervenstämme der Muskulatur liegen in einer Höhle (perineuraler Raum), welche aus mehrern, mit Endothelzellen gefütterten Schichten besteht.

10) Isolirte Muskelfasern von *Hydrophilus piceus*, die mit Endplatten zusammenhängen, zeigen, wenn sie in eigenem Safte oder Speichel untersucht werden, bei ihrer Zusammenziehung ein sehr interessantes Bild. Wir sehen nämlich, dass die mit der kernigen Sohlenmembran der Endplatte zusammenhängenden Krause'schen Linien bei der Zusammenziehung der Muskelfasern am dichtesten,

1) Vom Verfasser schon im Jahre 1877 ungarisch publicirt.

zu beiden Seiten aber allmählich weiter von einander stehen; sie nehmen, als würden sie durch irgend eine Kraft gezogen, an der Basis der Endplatte eine convergirende, auf der entgegengesetzten Seite aber eine divergirende Richtung an. Das ist auch ein Argument, welches dafür spricht, dass zwischen der Endplatte und den Krause'schen Linien ein engerer Zusammenhang besteht.

v. Thanhoffer (Budapest).

Richard Maly, Ueber die Dotterpigmente.

Sitzungsber. der Akad. der Wissensch. Wien, II. Abt. Mai 1881. 18 S.

Chevreul und Gobley gaben im Eidotter einen roten und einen gelben Farbstoff an, ohne dieselben genauer zu charakterisiren. Die neueren Autoren nahmen nur ein Pigment an, dessen Verhalten von Staedeler und Holm eingehender untersucht wurde. Thudichum, welcher dasselbe Luteïn benannte, studirte seine optischen Eigenschaften und identificirte dasselbe mit dem Farbstoff der *Corpora lutea*, des Blutserums, des Fettgewebes, der Milch sowie verschiedener Pflanzenteile. Capranica fand das Luteïn in den gelben Oelkugeln der Retina. Von Bilirubin wurde dasselbe außer durch sein Spektrum (ein Absorptionsstreif auf F, ein zweiter mitten zwischen F und G) durch folgende Merkmale unterschieden: 1) es wird durch Alkalien der Chloroformlösung nicht entzogen, 2) durch rauchende Salpetersäure erst gebläut, dann entfärbt, 3) durch concentrirte Schwefelsäure grün oder blau gefärbt. Maly untersuchte die farbstoffreichen roten Eier von Seespinnen (*Maja Squinado*), welche wegen ihres geringen Fettgehalts ein geeignetes Material darstellen. Er wies darin neben dem gelben (Vitelloluteïn) ein rotes Pigment (Vitellorubin) nach. Das Vitellorubin ist unlöslich in Petroleumäther, wird durch Tierkohle den Lösungen entzogen, gibt mit Alkalien in Alkohol unlösliche Verbindungen und zeigt ein breites Absorptionsband, F bedeckend. Das Vitelloluteïn ist löslich in Petroleumäther, gibt mit Alkalien keine Verbindungen und zeigt die beiden oben erwähnten Absorptionsstreifen. Zur Darstellung der Pigmente (siehe Original) wird ihre große Resistenz gegen Alkalien benutzt. Jedes der beiden Pigmente, deutlicher das Vitellorubin, zeigt obige Farbenreaktionen, beide sind frei von Eisen und merkwürdiger Weise auch frei von Stickstoff, was einen nähern Zusammenhang mit dem Blutrot ausschließt, wie auch das reichliche Vorkommen in den Eiern Wirbelloser, welche kein Hämoglobin besitzen, gegen diesen Zusammenhang spricht. Krystallinisch wurden die Pigmente nicht erhalten, weshalb M. ihre Identität mit

dem Farbstoff der *Corpora lutea*, welchen Piccolo und Lieben als Hämoluteïn bezeichneten, für zweifelhaft hält. Die Pigmente bleichen unter Einfluss von Licht und Luft.

E. Herter (Berlin).

Jahresbericht über die Fortschritte der Tier-Chemie redigirt und herausgegeben von Prof. Dr. R. Maly (Graz).

Wiesbaden, J. F. Bergmann. Bd. X. (1881) 506 S.

Mit dem soeben ausgegebenen Bande, welcher die einschlägige Literatur des Jahres 1880 enthält, feiert der Jahresbericht für Tierchemie das Fest seines zehnjährigen Bestehens. Er hat während dieses Zeitraums die Unabhängigkeit der biochemischen Forschung begründen helfen und, soviel an ihm ist, gezeigt, dass die Frucht, welche vor bald einem Menschenalter durch Berzelius, Mulder und Liebig gesät wurde, eine üppige Ernte ergab. So wurde in kurzer Frist ein weites Arbeitsfeld eröffnet, dessen Erträge der biologischen Wissenschaft zu gute kommen müssen.

Es war Deutschland fast allein vorbehalten, diese Wissenschaft der Biochemie ins Leben zu rufen oder sie wenigstens zu vertiefen.

In England, Italien und Amerika existirt die physiologische Chemie bisher kaum dem Namen nach; was Frankreich auf diesem Gebiete leistet, lässt bis auf wenige rühmliche Ausnahmen an Strenge zu wünschen übrig. Dieser Zustand dürfte sich allerdings bald genug ändern. Die französische Regierung hat mit der Gründung von Lehrkanzeln für diese neue Disciplin schnell Ernst gemacht und unter der Führung von Männern wie Wurtz und Dumas wird in Frankreich der physiologischen Chemie bald derjenige legale Einfluss auf die botanischen und medicinischen Studien eingeräumt sein, welchen sich die neue Richtung der Physiologie in Deutschland bis heute kaum zu erobern vermochte. Auch in diesem friedlichen Kampfe wird der Jahresbericht ein treuer Bundesgenosse sein, der die Seinen zum Siege führt und dadurch verhindert, dass unser junges Reis verdorre, weil es nicht gepflegt wird.

Th. Weyl (Erlangen).

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **31. September 1881.** **Nr. 12.**

Inhalt: **Berthold**, Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen (Fortsetzung). — **Wiedersheim**, Zur Paläontologie Nordamerikas. — **Vayssière**, Prosopistoma punctifrons. — **Krause**, Zur Histologie der Retina. — **Peyrani**, Die Funktion der Thalami optici. — **Munk**, Ueber den Einfluss der Ernährung auf die Milchbildung. — **Behrens**, Eine biologische Station in Australien. — Berichtigungen.

Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen.

Von

Dr. G. Berthold in Göttingen.

(Fortsetzung.)

Dagegen konnte nun bei zwei Pflanzen ein Befruchtungsvorgang constatirt werden, der sich eng an den für die Cutleriaceen durch Reinke (Nova acta d. K. L. C. D. A. der Naturf. Bd. 40, Nr. 2) und Falkenberg (Mitteilungen der zool. Station zu Neapel Bd. I, 3) schon früher bekannt gewordenen Befruchtungsprocess anschließt. Bei *Ectocarpus siliculosus* und *Scytosiphon lomentarium* fanden sich (l. c.) gegen Ende der Vegetationszeit geschlechtlich differenzirte Schwärmer von gleicher Größe und Gestalt, welche in den pluriloculaeren Sporangien gebildet werden. Nur in dem Verhalten der Schwärmer zeigt sich ein Unterschied; die einen kommen nach kurzem Schwärmen zur Ruhe, ziehen die Cilien ein und bilden eine flaschenförmige Primordialzelle, welche mit einem kurzen Rest der vordern Cilie sich irgendwo anheftet. Diese Schwärmer sind als weibliche zu bezeichnen, beim Zuruhekommen werden sie zu empfängnissfähigen Eiern. Die männlichen Schwärmer besitzen eine bedeutend längere Bewegungsfähigkeit, oft schwärmen sie fast zwei Tage lang. Von den empfängnissfähigen Eiern werden sie mit großer Kraft angezogen, sie kommen von allen Seiten herbei und umdrängen diesel-

selben, bis zuletzt die vordere Cilie eines von ihnen mit dem Körper des Eies verschmilzt, worauf dann, unter rascher Verkürzung und Verdickung der Cilie, die beiden Plasmamassen sich nähern und in kurzer Zeit zu einer abgerundeten Masse mit einander verschmelzen. Das Copulationsprodukt entwickelt sich unmittelbar zu einer kräftigen Keimpflanze, während die nicht copulirten Schwärmer zum Teil bald absterben, zum Teil zu sehr schwächlichen Pflänzchen auswachsen. Nach später wieder aufgenommenen Untersuchungen an *Ectocarpus siliculosus* sind die Schwärmer aus den pluriloculaeren Sporangien im Anfang der Vegetationsperiode durchaus nicht geschlechtlich differenzirt, so dass also die ältern Beobachtungen, besonders von Thuret, ihre volle Bestätigung finden. Erst gegen das Ende der Vegetationsperiode tritt die sexuelle Differenz auf, und zwar in sehr verschiedenen Graden mit allmählicher Steigerung. In dem einen Falle erfolgen die Verschmelzungen massenhaft und rasch, in andern Fällen zeigen sich zwar anziehende Kräfte zwischen den männlichen und weiblichen Geschlechtsprodukten wirksam, aber es treten keine oder nur ganz vereinzelte Copulationen ein. Die sexuelle Differenz scheint in solchen Fällen nur schwach entwickelt zu sein, denn wenn man ausgeprägt männlich oder weiblich differenzirte Schwärmer solchen Kulturen zufügt, so finden immer noch eine größere Zahl von Vereinigungen statt. Die Schwärmer von einer Pflanze besitzen gewöhnlich gleiches Geschlecht, doch kommen Ausnahmen nicht selten vor. Schwach geschlechtlich differenzirte Schwärmer von verschiedenen Pflanzen reagiren gewöhnlich auch nicht aufeinander oder doch nur vereinzelt. Die Keimfähigkeit erlischt allmählich mit der Steigerung der sexuellen Differenz, entschieden sexuell differenzirte Schwärmer gingen nach der Isolation fast ausnahmslos zu Grunde. Dagegen entwickelten sich aus den Zwischenstadien zwischen diesen und den ganz ungeschlechtlichen Schwärmern meist Keimpflänzchen von gradweise abgestufter Lebensenergie. Einige kamen noch zur Fructification, andere hörten bald auf zu wachsen und ihre Zellen schwollen rosenkranzförmig an, wieder andere gingen schon nach wenigen Tagen zu Grunde. Derselbe Fall einer allmählich sich steigernden geschlechtlichen Differenzirung dürfte nun vielleicht auch für *Ulothrix* vorliegen, denn nach den Angaben von Dodel (Pringsheim's Jahrb. Bd. X) keimt ein großer Teil der nicht copulirten Microzoosporen zu schwächlichen Ulothrixfäden aus, während andere zu Grunde gehen. Ob die noch keimfähigen Schwärmer auch weniger energisch copuliren lässt sich leider aus Dodel's Angaben nicht entnehmen und bedürfte der weitern Prüfung. Auf die Beziehungen des vorliegenden Falles zur Parthenogenesis werden wir am Schluss des Aufsatzes noch einmal zurückkommen.

Für die Cutleriaceen ist die Vereinigung von Spermatozoid und Ei zuerst von Reinke (l. c.) an *Zanardinia collaris* constatirt wor-

den. Das Ei ist bedeutend größer als das Spermatozoid, aber gleich gebaut, es schwärmt eine Zeitlang und wird dann, nachdem es zur Ruhe gekommen ist, empfängnissfähig. Es zeigt einen Empfängnissfleck, wie die Eier von *Vaucheria*, *Oedogonium*; nur hier vermag das Spermatozoid einzudringen, dessen Masse Reinke noch kurze Zeit gesondert im Ei unterscheiden konnte. Bei *Cutleria* constatirte Falkenberg die Verschmelzung der Geschlechtsprodukte. Das am Empfängnissfleck das Ei berührende Spermatozoid verschmilzt rasch mit demselben unter Aufgabe seiner eigenen Gestalt, als wenn es von dem weiblichen Plasma angezogen und gewissermaßen aufgesaugt würde. Sehr bemerkenswert sind Falkenberg's Angaben über die starken Anziehungskräfte, welche zwischen Spermatozoiden und Eiern wirksam sind, erstere sammelten sich in wenigen Augenblicken um ein mehrere Centimeter entfernt gelegenes Ei. Bald nach der Befruchtung ließ sich am Ei eine dünne Cellulosehaut constatiren; nur ein Spermatozoid vermag deshalb in das Ei normaler Weise einzudringen, und nur bei genau gleichzeitiger Ankunft am Empfängnissfleck hält F. die Verschmelzung mehrerer Spermatozoiden mit dem Ei für möglich.

Die massenhaften Ansammlungen der Spermatozoiden um das frei gewordene Ei der Fucaceen beschrieb zuerst Thuret, er vermochte jedoch das Eindringen derselben in letzteres nicht zu constatiren, hielt ein solches auch, entsprechend den damaligen Anschauungen, nicht für wahrscheinlich. Dagegen zeigte bald darauf Pringsheim (Zur Kritik und Geschichte der Untersuchungen über das Algengeschlecht. Berlin 1856 p. 57), dass in der befruchteten Spore eine Anzahl brauner Punkte auftreten, welche vollkommen den braunen Körpern in den Spermatozoiden entsprechen und welche vor dem Zutritt der männlichen Schwärmer fehlten. Die materielle Vereinigung von Sperma und Ei kann hiernach kaum noch einem Zweifel unterliegen. Die Eier der Fucaceen zeigen keinen besonders differenzirten Empfängnissfleck (bei den Chlorosporeen fehlt ein solcher auch den Eiern von *Volvox globator*), die Spermatozoiden scheinen an der ganzen Oberfläche eindringen zu können und vollziehen wahrscheinlich zu mehrern die Befruchtung.

Da die Eier der Fucaceen vollkommen bewegungslos sind, so haben wir bei den braunen Algen in Bezug auf die morphologische Differenzirung der Geschlechtsprodukte — *Ectocarpus siliculosus*, *Scytosiphon*; Cutleriaceen; Fucaceen — dieselben drei Stufen wie bei den grünen Algen, z. B. bei den Volvocineen — *Pandorina*; *Eudorina*; *Volvox* —. Ganz isolirt stehen vorläufig die Dictyotaceen, welche nach Bau und vegetativen Verhältnissen ebenfalls den braunen Algen zuzuzählen sind, aber wie die Florideen vollkommen unbewegliche Samenkörper besitzen. Auch die als ungeschlechtliche (Tetrasporen) und als weibliche Fortpflanzungskörper angesehenen Produkte sind bewegungslos und werden wie die Eier der Fucaceen nach außen

entleert. Es ist jedoch noch nicht gelungen den Befruchtungsprocess in dieser Gruppe klarzulegen.

Wir wenden uns daher sogleich zu zwei großen Algengruppen, bei welchen die Befruchtungsvorgänge scheinbar einem ganz andern Typus folgen als bei den bisher beschriebenen Formen, zugleich aber auch gegenüber der Mannigfaltigkeit, welche uns früher entgegentrat, eine sehr auffallende Einförmigkeit zeigen. Es sind dies die artenreichen, allverbreiteten Klassen der Conjugaten und Diatomeen, Algen ohne bewegliche Fortpflanzungskörper, welche dagegen im Allgemeinen während ihrer ganzen Lebensdauer mehr oder minder intensive freie Ortsbewegung zeigen. Morphologische Differenzirungen fehlen; die aus einer Zelle bestehenden Individuen leben entweder einzeln oder in fadenförmigen Kolonien und vermehren sich auf vegetativem Wege durch fortgesetzte Zweiteilung.

Nachdem schon im vorigen Jahrhundert von O. F. Müller und Vaucher, später von zahlreichen andern Autoren, Angaben über die eigentümliche Conjugation einzelner der hiehergehörigen Formen gemacht waren, sind die Vorgänge bei den Conjugaten von de Bary (Conjugaten, Leipzig 1858) einer allseitigen und gründlichen Untersuchung unterworfen worden.

Die geschlechtliche Fortpflanzung besteht in der Copulation zweier Individuen von näherer oder entfernterer Verwandtschaft. Dieselben legen sich paarweise neben einander; bei den vorwiegend einzeln lebenden Desmidieen oft in gekreuzter Stellung, bei den fadenförmigen Kolonien nähern sich einzelne Fäden der ganzen Länge nach und beginnen dann Fortsätze gegen einander zu treiben, oder die Zellen biegen sich knieförmig bis zur Berührung. Wo die Zellen mit ihren Fortsätzen auf einander treffen, verwachsen sie fest miteinander.

In den einfachsten Fällen bei den Desmidieen treten nun nach der Resorption der trennenden Membranpartie, die plasmatischen Inhalte beider copulirten Zellen in den Verbindungskanal über und vereinigen sich zu einer kugligen Zygote, welche sich mit einer Cellulosehaut umgibt und in einen Dauerzustand übergeht. Bei den Spirogyren kennzeichnet sich jedoch eine der Copulationszellen schon dadurch als weibliche, dass sich ihr Inhalt einfach zusammenzieht und als ruhende Primordialzelle den Uebertritt der zweiten, männlichen erwartet. Die Zygoten liegen also hier alle in einem, dem weiblichen, Faden. Eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit zeigt *Sirogonium* (De Bary l. c. p. 14). Nach der knieförmigen Verwachsung zweier gleicher Zellen treten nämlich in diesen vor der Vereinigung noch Teilungen auf, die eine von ihnen scheidet eine kleinere steril bleibende Zelle ab, die andere zwei; erst nach diesen Teilungen wird die Haut resorbirt und die konstant kleinere, männliche Zelle tritt zur weiblichen hinüber und verschmilzt mit ihr.

Weitere Abweichungen von den angeführten Formen zeigen dann

die Mesocarpeen. Bei ihnen findet ebenfalls Verschmelzung durch Ausstülpungen der Membran und Resorption der Scheidewand statt, hierauf wandert aber nicht der ganze Inhalt der beiden Zellen in den Kanal, sondern nur ein Teil desselben mit den beiden Chlorophyllplatten. Die beiden ursprünglichen Zellräume trennen sich darauf durch Querwände jederseits von der neuen Zygote ab und in den so abgeschiedenen bald zu Grunde gehenden Zellen bleibt ein dünner farbloser Wandbeleg und körnige Massen zurück. Wir sahen früher, dass auch bei den Chlorosporeen bei der Bildung der Geschlechtsprodukte oft unverbrauchte Massen in den Zellen zurückbleiben und dass die reifen Eier von *Vaucheria* und *Coleochaete* Schleimmassen ausstoßen, ehe sie empfängnissfähig werden; aber dieser Reinigungsprocess vollzieht sich hier vor der Verschmelzung der Geschlechtsprodukte. Bei den Mesocarpeen werden nun solche Reste erst nach dem Verschmelzungsprocess durch einfache Zellteilung abgeschieden.

Die Geschlechtszellen verschmelzen also hier schon in einem noch unfertigen Zustande.

Der Vorgang bei *Sirogonium* mag physiologisch dieselbe Bedeutung besitzen, er kann aber nicht unmittelbar mit dem vorhergehenden parallelisirt werden, denn bei dieser Pflanze gehen die abgeschnittenen Zellen keineswegs zu Grunde, sondern verhalten sich wie vegetative.

Die copulirenden Geschlechtszellen der Conjugaten zeigen niemals eine specifische Organisation vor der Vereinigung, wie etwa die schwärmenden Gameten und Spermatozoen der Chlorosporeen, es fehlt ihnen auch ein besonders differenzirter Empfängnissfleck.

Nach Strasburger's frühern Angaben sollte der Kern der Gameten vor der Vereinigung aufgelöst werden. Schmitz (Bonner Sitzungsber. 4. Aug. 1879 p. 23) zeigte jedoch bei *Spirogyra* mit Hülfe von Tinctionsmitteln, dass bei der Copulation die Kerne erhalten bleiben und mit einander verschmelzen. Bemerkenswert ist, dass nach de Bary (Conjugaten p. 3) und Strasburger (Befruchtung und Zellteilung p. 6) bei *Spirogyra longata* und *quinina* sich auch die Chlorophyllbänder bei der Copulation mit einander vereinigen.

An die beschriebenen Vorgänge bei den Conjugaten lassen sich die leider noch zu wenig allseitig erforschten Copulationserscheinungen bei den Diatomeen, oder den Bacillariaceen, wie sie neuerdings nach Pfitzer (Hanstein's Abhandlungen I, 2) vorwiegend genannt werden, unmittelbar anschließen. In den durchsichtigsten Fällen, bei *Himantidium, Surirella, Cymatopleura* nach Thwaites (Ann. and. Mag. of nat. Hist. 1 Ser. vol. XX. 1847) Focke (Physiol. Studien 2. Heft 1854) und Pfitzer (Hanstein's bot. Abhandl. Bd. I, 2) legen sich zwei Individuen neben einander und scheiden gemeinsam Gallertmasse aus, dann klappen die beiden Hälften der Schalen aus einander, die austretenden Plasmakörper verschmelzen mit einander

und wachsen in der Gallerte zu einem bedeutend größern Individuum heran, welches zuerst eine, *Perizonium* genannte, Membran ausscheidet, innerhalb welcher sich dann später die normale zweischalige Hülle bildet. Das entstandene Individuum heisst Auxospore, weil mit ihm die, durch mehrere Generationen fortgesetzte Zweiteilung zu geringer Größe herabgesunkenen Individuen, zur Anfangsgröße zurückkehren.

Etwas abweichend verhalten sich *Epithemia* und *Amphora*, indem nämlich die austretenden Plasmakörper zuerst eine Teilung eingehen und erst dann paarweise zu zwei Auxosporen verschmelzen.

Die Deutung dieser Fälle als Geschlechtsakte kann nach dem Vorhergehenden keinem Zweifel unterliegen. Dagegen tritt in zahlreichen andern Fällen eine Verschmelzung der Plasmakörper nicht ein, sondern beide entwickeln sich, nachdem sie sich vorher auf kurze Zeit berührt haben, oder auch ohne jede körperliche Berührung zu zwei gesonderten Auxosporen. Dieser Modus findet sich bei den Naviculaceen und Gomphonemeen und wurde ausführlich von Pfitzer (l. c. p. 70) bei *Frustulia saxonica* geschildert.

Schließlich erfolgt dann die Auxosporenbildung auch bei isolirten Zellen, indem solche einfach nach Abwerfung der alten Schale (*Orthosira, Cyclotella, Biddulphia* nach Pfitzer und Schmitz), oder unter Beibehaltung derselben (*Melosira*) zu einem vergrößerten Individuum heranwachsen. Bei *Rhabdonema arcuatum* entstehen nach Smith (Synopsis of the Brit. Diatomaceae) und Lüders (Bot. Ztg. 1862) auf diese Weise zwei Auxosporen. In diesen letztern Fällen ist jeder Gedanke an einen sexuellen Vorgang ausgeschlossen, wir können die Auxospore nur mit den ungeschlechtlichen Sporen der Chlorosporeen vergleichen. Es ist nun aber sehr beachtenswert, dass eine der nach Schmitz (Sitzungsber. der naturf. Ges. zu Halle, 2. Juni 1877 p. 15) hiehergehörigen Formen, *Cocconeis Pediculus*, nach Carter (Ann. and. Mag. of. Nat. Hist. 2. ser. vol. XVII 1856), Lüders, Pfitzer und Borscow (Die Bacillariaceen des südwestl. Russlands, Kiew 1873) auch wahre Copulation besitzt. Dadurch könnte vielleicht ein ähnliches Verhältniss angezeigt sein, wie wir es früher für *Ectocarpus siliculosus* konstatiren konnten, wo die morphologisch identischen Schwärmer zu einer Zeit ungeschlechtlich, zu einer andern dagegen geschlechtlich differenzirt sind.

(Schluss folgt.)

Zur Palaeontologie Nord-Amerikas.

Von

Prof. Wiedersheim in Freiburg i/B.

Vorliegender Aufsatz ist nicht sowol ein Referat, als vielmehr eine freie Bearbeitung verschiedener Schriften von Prof. O. C. Marsh, welche im Lauf der letzten Jahre erschienen sind. Hätte ich den Inhalt derselben einfach referiren wollen, so würde ich dem Leserkreis dieser Zeitschrift wahrscheinlich einen schlechten Dienst geleistet und nicht das erreicht haben, was ich mir vorgesetzt.

Es musste mir daran liegen, das da und dort zerstreute, nur für den speciellen Fachmann bestimmte [1]), große Material einmal zu sammeln und dann durch eigene Zusätze und kritische Behandlung in einem größern Rahmen zu vereinigen. Dabei musste ich ein besonderes Augenmerk richten auf gewisse Hauptfragen der Morphologie, welche durch den vorliegenden Stoff entweder eine neue Anregung erhalten oder ihre Beantwortung gefunden haben.

Durch eine derartige Behandlung des Stoffes darf ich hoffen, die Kenntniss jener Funde, welche trotz ihrer unermesslichen Tragweite bis jetzt in Deutschland eine relativ geringe Verbreitung erfahren haben, in weitere Kreise hineinzutragen und sie dem allgemeinen Verständniss näher zu bringen.

Der in fast allen amerikanischen Verhältnissen sich dokumentirende gigantische Zug beschränkt sich nicht allein auf unsere jetzige Zeit, sondern findet auch seinen Ausdruck in den Ueberresten einer längst untergegangenen Lebewelt, die uns durch den unermüdlichen Sammelfleiß amerikanischer Palaeontologen, mit Prof. Marsh an der Spitze, erschlossen worden ist.

Kaum zehn Jahre sind verflossen, seit jener Forscher in den Rocky Mountains seine Ausgrabungen begonnen hat und schon türmt sich im Yale College zu New-Haven ein geradezu monströses Material von fossilen Wirbeltieren, das alles weit hinter sich lässt, was je in Europa, nicht nur in einem ähnlichen Zeitraum, sondern überhaupt je ans Tageslicht gezogen worden ist. Es handelt sich dabei nicht nur um einzelne neue Formen, sondern um ganz neue Ordnungen und Unterordnungen, um ganz neue Tierkreise, von deren Existenz zum großen Teil bisher entweder nur sehr wenige oder gar keine Spuren bekannt waren. Und nicht allein einzelne Exemplare der verschiedensten Arten liegen uns vor, sondern nicht selten ganze

---

1) Die einschlägige Literatur soll am Schluss der ganzen Reihe von Aufsätzen übersichtlich zusammengestellt werden.

Serien, Ueberreste von oft hundert und mehr Exemplaren einer einzigen Species. Nicht weniger staunenswert aber als die Masse des Materials sind die Größenverhältnisse der ausgestorbenen Geschlechter, von denen wir uns kaum eine ordentliche Vorstellung zu bilden im Stande sind. Es gelingt dies um so schwieriger, da sie sich oft auf Tiere beziehen, die, wenn auch dem Reptilientypus angehörig, doch andrerseits wieder sehr viele Besonderheiten in ihrem Organisationsplan aufweisen, die von den die heutigen Reptilien charakterisirenden Eigenschaften aus, häufig nur sehr schwer zu verstehen sind. Ich meine die *Dinosaurier*, ein Reptiliengeschlecht, von dem sich keine einzige Familie bis auf die Jetztzeit erhalten hat.

Um uns nun die Reconstruktion zu erleichtern und um überhaupt eine kleine Uebersicht über das gesammte fossile Material zu gewinnen, wird es sich als praktisch erweisen, dasselbe nicht sowol streng systematisch, als vielmehr nach seiner wissenschaftlichen Bedeutung in größere Abteilungen zu zerlegen. Wenn wir diesen Weg einschlagen, so können wir erkennen, dass sich die Arbeiten von Prof. Marsh auf folgende drei Hauptgruppen concentriren:

1) Auf die *tertiären* Urformen der Huftiere, Rüsselträger und Dickhäuter,

2) Auf die *triassischen, jurassischen* und die *Dinosaurier* der *Kreideperiode.*

3) Auf die *Zahnvögel (Odontornithes)* der *Kreide.*

Was die erste Gruppe anbelangt, so könnte ich, da ihre Entdeckung zum Theil schon in eine frühere Zeit fällt und deshalb als bekannter vorausgesetzt werden darf, vielleicht von einer Schilderung derselben absehen; doch würde dadurch das ganze von mir zu entwerfende Bild bedeutend an seinem einheitlichen Charakter verlieren. Aus diesem Grunde also kann ich auf eine kurze Berücksichtigung jenes Tierkreises nicht verzichten und zwar um so weniger, als doch Manches davon, wie z. B. die Kenntniss von der Gehirn-Struktur der eocänen Säuger, erst von den letzten Jahren datirt und deshalb noch keine weitere Verbreitung erfahren hat. Dasselbe gilt in gleicher Weise für die *Dinosaurier* und die *Zahnvögel,* welchen ich deshalb eine ausführlichere Schilderung angedeihen lassen muss.

I. Die tertiären Urformen der Huftiere, Rüsselträger und Dickhäuter.

Ausgehend von einer tapirähnlichen Form lassen sich 30 verschiedene Zwischengenerationen unterscheiden, die in ganz allmählichen, ja oft kaum merklichen Uebergängen zum heutigen Pferd hinführen; d. h. aus einer noch mit fünf Fingern (Zehen) ausgerüsteten Urform sieht man durch allmähliches Schwinden der ersten, zweiten, vierten und fünften Zehe den durch alleinige Persistenz der dritten Zehe charakterisirten Typus der Einhufer (*Perissodactyli*) hervorgehen. Diese Reduktion in der Finger- resp. Zehenzahl lässt sich mit der Annahme

erklären, dass mit geringerer Reibung auch eine raschere Abwicklung vom Boden d. h. eine gesteigerte Schnelligkeit gegeben sein musste.

Sehen wir uns die verschiedenen Wandlungen, die das Pferd in seinem Hand- und Fußskelete sowol als auch in seinen Größenverhältnissen im Laufe der Jahrtausende durchgemacht hat, etwas genauer an.

Das vierzehige Pferd des Eocaens, der *Eohippus*, besaß nur Fuchsgröße, war also ein verhältnissmäßig zierliches Tier; eine fünfte Zehe war nur noch durch ein schwaches Rudiment des Daumens vertreten und auch dieses ist bei der nächsten Form, bei dem ebenfalls dem Eocaen angehörigen *Orohippus* und *Epihippus* geschwunden, so dass hier nur vier Finger resp. Zehen persistiren.

Diese drei Tiere besaßen ungefähr dieselbe Größe und entsprechen in ihrer Entwicklungsstufe etwa dem *Palaeotherium* der alten Welt.

Der im untern Miocaen auftretende *Mesohippus* war von der Größe eines Schafes; es besaß nur noch drei Finger und ein Rudiment vom vierten. Letzteres erscheint noch mehr reducirt bei der nächsten, ebenfalls dem Miocaen entstammenden Form, dem etwa dem *Anchitherium* Europa's entsprechenden *Miohippus*.

Bei dem pliocaenen *Protohippus* ist auch dieser letzte Rest vollends geschwunden und nur drei Finger bleiben übrig. Dieses Tier, welches mit dem *Hipparion* der alten Welt in Parallele zu stellen ist, war etwa von Eselsgröße. Ebenfalls dem Pliocaen angehörig ist der *Pliohippus*, bei welchem der zweite und vierte Finger äußerst rudimentär und nur der dritte bedeutend entwickelt ist. Damit ist schon der Typus des heutigen, einfingerigen Pferdes erreicht.

Der eben geschilderte Reduktionsprocess bezieht sich in gleicher Weise auf die vordere, wie auf die hintere Extremität, nur dass er bei letzterer gewöhnlich rascher verläuft. So besitzt z. B. der *Eohippus*, von dem wir vier Finger, ja sogar noch das Rudiment eines fünften constatiren konnten, hinten nur drei Zehen. Worin die Erklärung für diese Tatsache liegt, ist vorderhand nicht einzusehen.

Dass die Zeit des polydactylen Pferdes nicht allzuweit hinter uns liegt, beweist der Umstand, dass ausnahmsweise auch bei unsern heutigen Pferden noch eine größere Zahl von mit Hufen versehenen Fingern resp. Zehen auftritt.

Außer dem dritten Finger beobachtet man nämlich noch einen zweiten und vierten, eine Tatsache, die selbstverständlich nicht anders, als im Sinn eines Rückschlages (Atavismus) zu deuten ist.

Hand in Hand mit den Modificationen des Fuß- und Handskelets treten auch solche im Zahnskelet auf, doch kann auf dieselben, von so großem Interesse sie auch in systematisher Beziehung sind, hier nicht näher eingegangen werden. — Man sieht also, dass Nord-Amerika die eigentliche Urheimat des Pferdes genannt werden darf, und es ist schwer zu sagen, warum dasselbe in der Diluvialzeit dort ganz

ausgestorben ist, so dass es von den Spaniern wieder importirt werden musste.

Von welch' außerordentlicher Tragweite diese paläontologischen Funde, in deren ganzer Kette nicht ein einziges Glied fehlt, für die Descendenz-Theorie geworden sind, braucht nicht erst betont zu werden. Ja, wären keine andere Stützen für dieselbe vorhanden, so würden jene allein genügen, um jeden Zweifel daran für immer von der Hand zu weisen.

Eine ähnliche Entwicklungsreihe, wie sie hier für die Einhufer aufgestellt wurde, ließe sich auch (von *Hyopotemus* und *Anoplotherium* ausgehend) für die Zweihufer (*Artiodactyli*) d. h. für die Ahnen der Schweine und Wiederkäuer aufstellen, denn man allen Grund hat anzunehmen, dass beide, Schweine und Wiederkäuer, von einer gemeinsamen Urform abstammen. Ja man darf noch weiter gehen und die Behauptung aufstellen, dass sämmtliche Huftiere, die *Perissodactyli* wie die *Artiodactyli*, einer und derselben pentadactylen Urform entsprungen sind, die höchstwahrscheinlich, da Ein- und Zweihufer in der ältesten Tertiärzeit bereits scharf differenzirt waren, in der Kreideformation zu suchen ist, und von dieser haben sich wahrscheinlich auch die Rüsseltiere (*Proboscidea*) abgezweigt.

Ich kann die tertiären Säugetiere nicht verlassen, ohne noch gewisser Formen gedacht zu haben, deren systematische Stellung zwar noch keineswegs klar liegt, die aber unser größtes Interesse in Anspruch nehmen, weil man durch die erhaltenen „Steinkerne" d. h. die Ausgüsse ihrer Schädelhöhle, auf ihren Hirnbau und dadurch auf ihren Intellekt zu schließen im Stande ist. Eine solche Gelegenheit bietet sich für untergegangene Tiergeschlechter nur selten und es sind mir nur noch drei derartige Fälle bekannt geworden. Der erste und zweite betrifft die später zu besprechenden *Dinosaurier* und *Odontornithes* und der dritte bezieht sich auf das älteste, bis jetzt bekannte Wirbeltiergehirn, das ich vor einigen Jahren bei einem triassischen Labyrinthodonten nachzuweisen im Stande war. (Vgl. R. Wiedersheim: Labyrinthodon Rütimeyeri, in: Abhandlungen der schweizer. paläontol. Gesellsch. V. 1878).

Jene Säugetiergenera, die jetzt zur Sprache kommen sollen, stammen aus der ältesten Schicht der Tertiärperiode, aus dem Eocaen. Sie waren z. T. von gigantischer Größe und haben von Marsh die Namen: *Tillotherium, Brontotherium, Dinoceras* und *Coryphodon* erhalten. Ihrer systematischen Einreihung stellen sich, wie oben bemerkt, noch Hindernisse entgegen, denn neben dem Besitz von Schneidezähnen nach Art der Nager, war z. B. das *Tillotherium* plantigrad, also ein Sohlengänger, wie die Bären; und während die *Brontotheridae* und *Dinocerata* einerseits eine scharf abgegrenzte Familie der Einhufer bilden, waren sie andrerseits mit einem kurzen Rüssel versehen und

erinnerten durch ihren Kopfbau an die Rhinoceronten. Auch *Coryphodon* zeigt verwandtschaftliche Beziehungen zu den Einhufern, Hand und Fuß waren aber fünfzehig.

Aus dem Mitgeteilten geht somit hervor, dass alle diese Tiere sog. „Collectiv-Typen" repräsentiren, mit welchem Ausdruck allerdings in phyletischer oder systematischer Beziehung Nichts erklärt ist.

Was nun den Bau ihres Gehirns betrifft, so ist dasselbe durch außerordentliche Kleinheit, sowie durch eine sehr niedere Entwicklungsstufe im Allgemeinen charakterisirt. Diese dokumentirt sich namentlich in der Struktur des winzigen Vorderhirns, in den Hemisphären, und rechnet man dazu noch die Ausdehnung des Mittelhirns und der großen Riechlappen, so würde Jedermann ohne Kenntniss des Skeletes jenes Gehirn unbedingt einem Saurier, nie und nimmermehr aber einem Säugetier zusprechen.

Was die Kleinheit der verschiedenen Gehirne anlangt, so steht dasjenige von *Dinoceras* unbedingt an der Spitze, denn es kann hier durch den größten Teil des Wirbelcanals frei hindurchgezogen werden. (!)

Auf diesen Tatsachsen fußend müssen wir für die genannten eocaenen Säugetiere eine geistige Stufe annehmen, die sich über diejenige der heutigen Reptilien, im besondern der *Lacertilier*, nur wenig oder gar nicht erhoben hat, so dass wir also auch auf Grund paläontologischer Daten berechtigt sind, nicht nur von einem physischen, sondern auch von einem psychischen, intellectuellen Entwicklungsgesetz zu reden.

Es wird eine Zeit kommen, und sie ist nicht mehr ferne, dass auf diese die weitesten Perspektiven eröffnende Seite der paläontologischen Forschung das Augenmerk nicht nur der Biologen, sondern auch der Philosophen mehr und mehr gerichtet sein wird.

II. Dinosaurier.

Wie es häufig geht, dass man anfangs nur geringe Reste oder gar nur Abdrücke von neuen Fossilien findet, die dann bis zur Auffindung eines mehr oder weniger vollständigen Exemplars ein viel diskutirtes Streitobjekt abgeben, so ergieng es auch mit den *Dinosauriern*.

Längere Zeit schon waren in Europa Fußspuren aus dem Zechstein bekannt, die nach der Form und Schrittweite zu urteilen, vogelähnlichen Wesen von 15—18 Fuß Höhe angehört haben müssen. Dieselben Spuren nun wurden, und zwar in viel größerer Anzahl in jüngster Zeit auch in der Trias des Connecticut-Tals von Nordamerika aufgefunden und müssen von 50—60 verschiedenen Tierformen, worunter solchen von sieben und mehr Fuß Schrittweite herrühren. Welcher Art nun waren diese Geschöpfe? — Die Antwort auf diese Frage konnte nicht lange zweifelhaft bleiben, seitdem fast jede Woche neue

Reste eines untergegangenen Tiergeschlechts aus triassischen, jurassischen und den Schichten der Kreide zu Tag förderte und noch fördert, welches man mit dem Namen der *Dinosaurier* (Schreckenssaurier) bezeichnet und wovon früher schon — ich erinnere nur an das *Iguanodon* und den aus Solenhofen stammenden und jetzt im Münchener Museum aufbewahrten *Compsognathus* — einzelne Repräsentanten bekannt geworden waren.

Dieses wunderliche Geschlecht besaß sehr schwankende Größenverhältnisse, denn während diese und jene Exemplare kaum die Größe einer Katze besaßen, so erreichte doch die weitaus größte Zahl geradezu monströse Dimensionen, eine Länge von 20—40 ja bis 80 und mehr Fußen.

Nicht selten liegen sie in den Erdschichten zusammen mit Crocodiliern, Dipnoern (*Ceratodus*) und wol auch mit Flugsauriern, sowie mit den ältesten, bis jetzt bekannten Säugetieren z. B. mit dem kleinen *Dryolestes priscus* und *obtusus*, dem *Diplocynodon victor* etc., lauter Formen, die man früher den Beuteltieren zugesprochen hatte, deren systematische Stellung aber bei eingehender Prüfung neuerdings wieder sehr zweifelhaft geworden ist. Die Gesammtzahl der bis jetzt aufgefundenen mesozoischen Säugetiere Amerikas übersteigt bereits 60 einzelne Individuen. Kein einziges Exemplar davon kann nach dem Urteil von Marsh irgend einer Säugetierordnung von heutzutage eingereiht werden, und dasselbe gilt auch für die in Europa aufgefundenen Formen. Was sich mit Sicherheit darüber aussagen lässt, ist nur, dass sie einen sehr niedern Typus, ohne irgend deutliche marsupiale Eigenschaften darstellen. In Folge dieser Unsicherheit ihrer systematischen Stellung und in Anbetracht ihrer „*generalized-characters*“ schlägt Marsh vor, eine ganz neue Ordnung unter dem Namen der *Pantotheria* daraus zu bilden, und aus dieser haben sich ohne Zweifel die heutigen *Insectivoren* und *Marsupialier* herausentwickelt.

Doch kehren wir nach dieser Abschweifung zu den *Dinosauriern* zurück und constatiren zunächst, dass sich diese nach der Beschaffenheit ihrer Gliedmaßen und nach dem Besitz eines Hautskelets in drei große Gruppen zerlegen lassen, nämlich:

1) in die *Sauropoden,*
2) in die *Ornithosceliden,*
3) in die *Stegosaurier.*

Während bei der erstgenannten Gruppe zwischen der vordern und hintern Extremität keine oder nur unbedeutende Größendifferenzen existiren, ist dies bei den beiden andern Gruppen in ausgedehntester Weise der Fall, so dass also beide bezüglich dieses Punktes übereinstimmen; was sie aber von einander scheidet, das ist ein nur den *Stegosauriern* zukommender Hautknochenpanzer.

Während wir uns also die *Sauropoda* als schwere, plumpe Tiere

vom Krokodilhabitus mit gleichartiger, im Dienste der Locomotion stehender Verwendung beider plantigrader Extremitätenpaare vorzustellen haben, müssen wir annehmen, dass die *Ornithosceliden* und *Stegosaurier* sich bei der Fortbewegung vorzugsweise der Hindergliedmaßen bedient haben, dass ihr Gang also, wie der der Känguruhs, ein hüpfender gewesen ist. Dabei schleifte der allen Dinosauriern zukommende kräftige und lange Schwanz auf dem Boden nach und gab wie bei den Känguruhs, vielleicht ein weiteres Stützclement ab für den hoch aufgerichteten schweren Rumpf. Der Hals scheint stets lang und schlank und der saurierartige Kopf verhältnissmäßig klein gewesen zu sein. Hand und Fußwurzel waren stets gut ossificirt und ebenso alle übrigen Knochen des Skelets; dabei ist übrigens nicht zu vergessen, dass diese und jene Knochen, ähnlich wie bei Vögeln, pneumatisch d. h. lufthohl waren. An den Endgliedern der Finger und Zehen saßen gewöhnlich starke Krallen. Die Halswirbel waren wie es scheint, bei allen Dinosauriern opisthocoel d. h. hatten nur an ihrer hintern Fläche eine Höhlung, während die Rumpf- und Schwanzwirbel an ihren Körpern entweder ganz glatte oder nur leicht konkave Flächen besaßen.

Die Neuralbögen waren wie bei den heutigen Crocodiliern und gewissen Cheloniern durch eine Naht mit den Wirbelkörpern verbunden; das Os sacrum componirte sich aus 4—5, gewöhnlich synostotisch verbundenen Wirbeln. Diese anatomischen Merkmale gelten so ziemlich in gleicher Weise für alle drei Gruppen der Dinosaurier; und für die *Sauropoda* ist abgesehen von einigen Größenangaben nichts Wesentliches mehr nachzutragen. Diese sollen nun hier zuvor ihren Platz finden, ehe wir uns den beiden andern, weitaus interessantern Gruppen, den Ornithosceliden und Stegosauriern, specieller zuwenden.

Zu den *Sauropoda* gehört das Genus *Morosaurus* (fast vollkommen erhalten), *Diplodocus*, *Apatosaurus* und *Atlantosaurus* (*Titanosaurus*), alles Formen von gigantischen Dimensionen. So besaß der *Morosaurus* eine Länge von 40, *Diplodocus* eine von circa 50 Fuß mit Hinterextremitäten von über 13 Fuß. Doch was soll man erst sagen, wenn man erfährt, dass der *Atlantosaurus immanis* wenigstens 80 (!) Fuß lang gewesen sein muss, dass er aber wahrscheinlich noch übertroffen wurde von *Apatosaurus laticollis*, dessen Halswirbel eine Breite von $3^1/_2$ Fuß erreichten! Diese beiden Riesen repräsentiren somit die größten, landlebenden Wirbeltiere aller Zeiten: sie waren ebenso wie auch *Morosaurus* und *Diplodocus* plumpe Pflanzenfresser und man kann sich kaum vorstellen, was diese Tiere für Weidegründe besessen haben müssen!

Zugleich mit ihnen lebten nun aber auch carnivore Dinosaurier, ausgerüstet mit furchtbarem Gebiss. Sie erreichten eine Länge von 20—25 Fuß und mochten, wenn sie zahlreich genug vorhanden waren, schon im Stande gewesen sein, jene im Schach zu halten, d. h. gefürchtete

Feinde derselben zu bilden. Sie waren übrigens mit den *Ornithosceliden* näher verwandt, als mit den *Sauropoden*, und da sie wie jene lufthohle Knochen besaßen und sich beim Gange fast nur der Hinterextremitäten bedienten, so mögen sie durch Schnelligkeit und Gewandtheit in der Bewegung ersetzt haben, was ihnen an massigem Körperbau den Sauropoden gegenüber abging. Es mag ungefähr dasselbe Verhältniss zwischen *Sauropoden* und *Ornithosceliden* bestanden haben, wie wir es heute zwischen Elephanten und Rhinocerouten einer-, und den großen katzenartigen Raubtieren andrerseits beobachten.

Marsh unterscheidet zwei scharf getrennte Familien von carnivoren *Dinosauriern*, nämlich die dem *Megalosaurus* verwandten *Allosaurier* und die *Nanosaurier*, welch letztere verwandschaftliche Beziehungen zu dem oben erwähnten *Compsognathus* zeigen. Bis jetzt hat Marsh nur eine kurze Notiz darüber veröffentlicht, eine ausführlichere Beschreibung aber in Aussicht gestellt.

Während also die *Sauropoda* den Reptiliencharakter ziemlich unverfälscht erkennen lassen, tritt uns bei den *Ornithosceliden* ein Mischtypus zweier sonst getrennter Tierklassen, nämlich von Reptilien und Vögeln entgegen.

Man wird sich dabei vielleicht an den Solenhofener Archaeopteryx erinnern, der ja auch eine Uebergangsform repräsentirt; ich werde aber später zeigen, dass dieser eine ganz andere Entwicklungsrichtung verfolgt, als die Ornithosceliden. [1])

Erinnern wir uns noch einmal der verkümmerten Vorder- und der um so stärkern Hinterextremitäten der *Ornithosceliden*, so werden wir, falls wir uns in der Reihe der Vögel nach ähnlichen Verhältnissen umschauen, auf keine andere Gruppe verfallen können, als auf die der *Ratiten* oder *Cursores* d. h. der straußenartigen Vögel.

Abgesehen von dem Bau der Extremitäten tritt dieses vor Allem im Bau des Brustbeins und des Beckens hervor.

Beide haben wir deshalb einer genauern Prüfung zu unterwerfen, und zwar wollen wir zunächst mit dem letztern beginnen.

Das Becken der Ornithosceliden besteht merkwürdigerweise aus vier Theilen, während es sich sonst bekanntlich nur aus drei Abschnitten, dem Darm- Sitz- und Schambein zusammensetzt. Der Grund davon liegt in der Doppelnatur des Schambeins (Os pubis). Der eine Ast dieses Knochens, welcher von einem diskreten Ossificationspunkt aus verknöchert, ist gertenartig schlank und ganz wie bei straußenartigen Vögeln parallel dem Sitzbein (Os ischii) nach hinten gerichtet („post-pubic-bone", Marsh).

Dass dieser Knochen dem Os pubis der Vögel homolog ist, kann keinem Zweifel unterliegen.

---

1) Ueber den Archaeopteryx bringen wir demnächst einen eigenen Artikel. D. Red.

Der zweite Ast des Schambeins ist nach vorne und zugleich medianwärts gerichtet, so dass er mit dem Knochen der andern Seite vielleicht unter Bildung einer Symphyse zusammenstößt. In Erwägung dieser seiner Verlaufsrichtung und seiner Form muss dieser Beckenteil dem ganzen Schambein der Reptilien, in specie demjenigen des Krokodils homolog erachtet werden, und so kommen wir also zu dem interessanten Resultat, dass das Dinosaurierbecken zwei Schambeine in sich vereinigt, wovon das eine demjenigen der Vögel, das andere demjenigen der Crocodilier entspricht.

Es wird sich nun die Frage nach dem fernern Schicksal des Reptilienschambeins in der Reihe der Vögel erheben, denn dass dasselbe mit dem Auftreten des ersten wirklichen Vogels abgeworfen, also gänzlich verschwunden sein sollte, ist ebenso unwahrscheinlich, als dass umgekehrt irgend ein Organ sich sprungweise entwickelt und schon vollkommen fertig in die Erscheinung tritt.

Und so sehen wir denn Reste jenes Knochens einmal auf die Urvögel Amerikas und dann auch noch auf die heutigen Vögel, vor Allem die Ratiten (*Apteryx, Dromaeus*) vererbt. Die deutlichsten Spuren besitzt übrigens der *Geococcyx californianus*.

Ob sich auch bei den Säugern noch Reste davon finden und ob solche vielleicht in den Ossa marsupialia der Beuteltiere zu erblicken sind, dies zu entscheiden, muss künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben. Die Lösung dieser interessanten Frage wäre vielleicht von der Entwicklungsgeschichte der Marsupialier zu erwarten.

Da nun das Vogelschambein bei den *Dinosauriern* schon vollkommen fertig vorliegt, so ist, fußend auf dem obigen Satz, dass die Entwicklung nie sprungweise erfolgt, mit Sicherheit anzunehmen, dass eine große Reihe von Dinosauriergenerationen vorhergegangen sein muss, bei welcher die erste Anlage dieses Knochens zu suchen wäre. Wir dürfen hoffen, dass derartige Uebergangsformen mit der Zeit noch aufgefunden werden.

Dies führt uns also zu der Behauptung, dass das Schambein der Vögel nicht homolog ist demjenigen der Reptilien (Crocodilier), sondern dass sich dasselbe in der Reihe der Dinosaurier oder vielleicht schon bei deren Vorfahren neu entwickelt haben muss.

Die Frage endlich, ob das Os pubis der Säuger demjenigen der Reptilien oder dem der Vögel homolog ist, muss in letzterm Sinn bejahend beantwortet werden. Während nämlich bei Amphibien und Reptilien alle drei Beckenabschnitte als ein Continuum sich anlegen, entsteht das Os pubis der Vögel und Säuger mit diskreter Anlage und dokumentirt so seinen eigenartigen Charakter, der wie wir gesehen haben, erst auf Grund der phyletischen (paläontologischen)

Entwicklung wenigstens bis zu einem gewissen Grade dem Verständniss nahe gerückt erscheint.

Abgesehen von diesen Verhältnissen des Os pubis nimmt, wie Huxley nachgewiesen hat, das Dinosaurierbecken auch durch die Configuration seines Darmbeins unser Interesse in hohem Maße in Anspruch. Um dies genügend würdigen zu können, müssen wir weiter in der Tierreihe zurückgreifen und uns zunächst das Verhalten des Darmbeins der geschwänzten Amphibien vergegenwärtigen. Hier stellt es eine einfache, schlanke Knochenlamelle dar, welche in rein transverseller Richtung vom Sacralwirbel nach außen und abwärts läuft, somit also eine zur Medianebene rechtwinklige Verlaufsrichtung erkennen lässt. Diese wird bei Lacertiliern zu einer schiefen und zwar so, dass die Längsaxe des Knochens von hinten und oben nach außen und vorne verläuft; noch wichtiger als dies ist aber das Auftreten einer, wenn auch noch schwachen lamellösen Verbreiterung des Knochens, welch letztere bei Crocodiliern bereits in bedeutendem Grade zugenommen hat. Zugleich bemerkt man am Vorderrande des Lacertilier- und noch viel ausgesprochener an demjenigen des Crocodilier-Darmbeins eine knopfartige Protuberanz, die die Hüftgelenkspfanne (Acetabulum) nach vorne zu mehr oder weniger weit überragt und so die erste Anlage einer Pars praeacetabularis des Os ilei repräsentirt. Indem nun letztere bei Dinosauriern zu einem starken zapfenartigen Gebilde und schließlich gar zu einer förmlichen Schaufel auswächst, resultirt daraus jene mehr und mehr Sacralwirbel umfassende Beckenform, wie sie die Ratiten und überhaupt die Vögel charakterisirt.

Das Sitzbein (Os ischii) der Vögel ist in dem homologen Knochen der Dinosaurier schon vollständig vorgebildet und unterliegt so gut wie gar keinen Veränderungen mehr.

Was das Brustbein der *Ornithosceliden* und überhaupt der *Dinosaurier* betrifft, so scheint es zum größten Teil aus Knorpel bestanden zu haben, denn die aufgefundenen Knochenteile stammen nur von den allerältesten Exemplaren her und sind auch hier spärlich genug entwickelt. Das in vollkommen natürlicher Lage und überhaupt am besten erhaltene Brustbein kennt man von *Brontosaurus excelsus* einem zur Gruppe der *Sauropoda* gehörigen Dinosaurier. Es besteht aus zwei subovalen, dorsalwärts konkaven und ventralwärts konvexen Knochenplatten, die medianwärts beinahe zusammenstoßen und während des Lebens höchst wahrscheinlich sowol unter sich als mit den anstoßenden Coracoiden durch Knorpel vereinigt waren. In seiner Configuration kommt dieses Sternum mit demjenigen von jungen Vögeln und speciell von jungen Straußen bis ins Einzelnste überein. Wie hier, so bildete es auch dort zusammen mit der Knorpelscheibe eine breite, glatte Platte ohne Spuren einer Crista sterni, wie sie den Flugvögeln, den *Carinaten*, zukommt. Wenn man dies im Auge behält,

d. h. wenn man die genetischen Beziehungen des Episternalapparats resp. der Furcula zur Crista sterni bei den Carinaten erwägt, so wird uns auch der vollständige Mangel eines Episternalapparats bei Dinosauriern nicht befremden können. Doch ich kann auf diese specielleren Verhältnisse nicht näher eingehen, da eine Discussion derselben mehr in eigentliche Fachschriften gehört.

Was endlich die Extremitäten-Knochen der Ornithosceliden betrifft, so waren sie mit großen Markhöhlen versehen; der Fuß hat drei wol entwickelte Zehen, die fünfte fehlt ganz und von der ersten (Hallux) ist nur ein kleines Rudiment des Metatarsus vorhanden. Man unterscheidet eine proximale und distale Tarsalreihe; in der erstern liegt ein Astragalus und ein Calcaneus.

Der ganzen Form nach können die oben erwähnten Fußspuren von nichts anderm herrühren als von Ornithosceliden; man sieht von Stelle zu Stelle auch leichte Spuren der kleinen Vorderextremitäten, die bei wie Känguruhs während des Sprunges den Boden nur leicht angetippt haben mögen.

Der Unterkiefer war vorne zahnlos und beide Hälften waren durch keine Symphyse verbunden.

Die Vorderextremität besaß fünf Finger und neun Carpalknochen.

Die ganze herbivore Gruppe der Ornithosceliden stand in ihren Größenverhältnissen den *Sauropoda* weit nach. Die bis jetzt aufgefundenen Exemplare werden die Länge von 10—12 Fuß nicht überschritten haben.

Von den amerikanischen Genera hebe ich *Laosaurus* und *Camptonotus,* von den europäischen *Iguanodon* und *Hypsilophodon* hervor.

Ich wende mich jetzt zu der dritten Gruppe der Dinosaurier, zu den *Stegosauriern* (Marsh).

Wie oben schon kurz erwähnt, liegt ihr charakteristisches Merkmal in einem monströsen Hautknochenpanzer, der, da er auch mit Stacheln ausgerüstet war, sowol zum Schutz als zum Angriff gleich gute Dienste geleistet haben mag.

Rechts und links von der Wirbelsäule saßen in einer oder mehreren Reihen, nach Größe und Form sehr variirende Knochenschilder, deren größte Ausdehnung einen Meter (!) betrug. Dazu kamen Knochenstacheln bis zu 63 Cm. Länge und diese müssen ursprünglich einen hornigen Ueberzug besessen und ihre Lage auf den extrem langen Processus spinosi der vordern Caudalwirbel gehabt haben. Diese repräsentirten überhaupt die stärksten Wirbel der gesammten Columna vertebralis.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass mit derartigen Knochenstacheln auch die Vorderextremität in der Nähe des Handgelenks bewahrt war, wodurch sie sich natürlich zu einer furchtbaren Angriffswaffe gestalten musste.

Dass die *Stegosaurier* bezüglich ihrer Extremitäten im Wesentlichen mit der vorigen Gruppe übereinstimmen, dass sie also bei der Fortbewegung hauptsächlich auf die Hintergliedmaßen angewiesen waren, habe ich früher schon kurz erwähnt, und ich habe jetzt nur noch Folgendes nachzutragen.

Die mindestens zweimal kürzern Vordergliedmaßen waren trotz ihrer Kleinheit von sehr kräftigem Bau und jedenfalls im Kampfe einer bedeutenden Kraftleistung fähig. Der massige Femur war beinahe doppelt so lang als Tibia und Fibula; was aber viel interessanter ist, das ist der Umstand, dass der Astragalus mit dem distalen Tibia-Ende synostotisch verbunden ist, ein Verhältniss das zuweilen auch zwischen Fibula und Calcaneus besteht. Wir haben hierin die allernächsten verwandtschaftlichen Beziehungen zu erblicken zum Fußskelet der Vögel, wo dieses Verhalten bekanntlich die Regel bildet. Auf der andern Seite nun existiren aber Tatsachen, die die große Kluft, die immerhin zwischen Vögeln und Stegosauriern existirt, recht scharf beleuchtet, ich meine den Schädelbau, sowie den Besitz von fünf Fingern an Hand und Fuß. Dazu kommt, dass die Endphalangen stumpf und breit sind, genau so wie bei manchen Huftieren, dass also hier nicht wol von Krallen die Rede sein kann.

Der Kopf ist sehr schmal und viel lacertilierähnlich als bei den typischen Dinosauriern, den Ornithosceliden; am meisten ähnelt er dem heute lebenden, neuseeländischen Genus *Hatteria*. Die Quadratbeine waren unbeweglich mit dem Schädel verbunden und es existirte ein Quadrato-jugal-Bogen. Die Kieferknochen waren kurz und massiv und auf dem Querschnitt sieht man eine ganze Reihe, [die z. B. aus fünf Stücken bestehen kann] von übereinander in der Kieferhöhle liegenden Ersatzzähnen. Die ausgebildeten Zähne sind cylindrisch und deuten auf ein herbivores Leben hin.

Von ganz eigentümlicher Form ist das Darmbein von *Stegosaurus*. Sein praeacetabularer Abschnitt erstreckt sich weiter nach vorne, als bei irgend einem andern *Dinosaurier*, ja sogar weiter, als bei irgend einem Vogel. Sein oberer Rand krümmt sich medianwärts gegen die Wirbelsäule, wo er sich an den Neuralbogen des Sacrums enge befestigt. Auf diese Weise werden, genau wie bei den Vögeln, die zwischen je zwei Querfortsätzen gelegenen Intervalle von der Dorsalseite her vollständig zugedeckt, und der Beckengürtel erscheint so nach der Rückseite zu als eine homogene, breite Knochenplatte.

Der postacetabulare Abschnitt des Darmbeins ist sehr kurz, kaum ein Drittel so lang wie der praeacetabulare. Scham- und Sitzbein weichen principiell von der früher bei den Ornithosceliden geschilderten Form nicht ab, nur sind beide kürzer, gedrungener. Dies gilt namentlich für den letztgenannten Knochen, der mit der Pars postpubica des Schambeins enge verbunden ist.

Endlich noch ein Wort über das centrale Nervensystem der

Stegosaurier, welches uns, wenigstens was das Hirn betrifft, im „Steinkern“ vortrefflich erhalten ist.

Das Gehirn ist außerordentlich klein, ja im Verhältniss zur Körpergröße des Tiers kleiner, als dasjenige irgend eines andern landlebenden Wirbeltiers. Wenn man das Verhältniss der ganzen Körpermasse eines Alligators zu derjenigen eines Stegosauriers setzt wie 1: 1000, so beträgt das Gehirnvolum dieses Dinosauriers nur den hundertsten Teil (!) desjenigen eines Alligators. Das absolute Volumsverhältniss des Alligatorgehirns zu demjenigen eines Stegosauriers stellt sich wie 1: 10.

Das Stegosaurier-Gehirn war von länglicher gestreckter Form mit schwach entwickelten Hemisphären und winzigem Cerebellum, dagegen mit stark ausgeprägten Lobi olfactorii, L. optici (Mittelhirn) und Sehnerven. Der Querdurchmesser des Großhirns übertrifft an Ausdehnung kaum denjenigen des Rückenmarks.

Im Großen und Ganzen gleicht dieses Gehirn viel mehr dem eines Lacertiliers als dem eines Vogels.

Das Gehirn des zur Gruppe der *Sauropoda* gehörigen *Morosaurus* war etwas höher entwickelt, doch kann hierauf für jetzt nicht näher eingegangen werden.

Vielleicht in noch höherm Grade, als die Anatomie des Gehirns erregt unser Interesse folgender Umstand.

Der Sacral-Kanal von *Morosaurus* ist 2—3mal, derjenige von *Stegosaurus* mindestens 10mal so weit als die Schädelhöhle. Er stellt einen ovalen, von dem übrigen Wirbelkanal scharf abgesetzten gewölbten Raum dar, welcher sich wie ein zweites, nur viel größeres Cavum cranii ausnimmt.

Bei keinem andern Wirbeltier wurde bis jetzt eine solche, offenbar für die Aufnahme eines großen nervösen Centrums, gewissermaßen für ein Sacralhirn berechnete, große Höhle („very large chamber“) der Wirbelsäule nachgewiesen, und es hält schwer eine Deutung dafür zu finden.

Zur Erklärung derselben denkt man selbstverständlich sofort an die massige Entwicklung der hintern Extremitäten und möchte in der ungeheuren Sacral-Anschwellung des Rückenmarks ein Homologon der Intumescentia lumbalis und brachialis der übrigen Vertebraten erkennen. In diesem, gewiss zunächstliegenden Gedanken wird man aber wieder dadurch unsicher gemacht, dass die Intumescentia sacralis verwandter Dinosaurier (z. B. bei *Camptonotus*,) obgleich hier dieselbe Disproportion zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen existirt, nicht den vierten Teil derjenigen von *Stegosaurus* beträgt.

Es ist interessant und steht mit Allem, was wir über die Entwicklung des Gehirns wissen, in vollkommener Uebereinstimmung, dass bei jungen Individuen der *Stegosaurier* jene Sacralhöhle verhältnissmäßig weiter ist, als bei Erwachsenen.

Es wäre verführerisch genug, sich in weitere Speculationen über dieses Thema einzulassen; jedoch fehlt uns dazu noch größeres Material, und wir müssen uns vorderhand mit der Erkenntniss bescheiden, dass bei derartig construirten Geschöpfen der Schwerpunkt des gesammten Nervenlebens ans hintere Rumpfende verlegt gewesen sein muss.

Mit dem Ende der Kreideperiode waren die letzten Dinosaurier ausgestorben, und damit war überhaupt die Blütezeit und höchste Entwicklung der Reptilien für immer dahin und die großen Säugetiere der Tertiärzeit traten an ihre Stelle.

Dass das, was von jenem Tierkreis auf unsere Tage gekommen ist, nur kümmerliche Ueberreste sind einer einst den Erdball beherrschenden Lebewelt, dazu dürfte ein Blick auf die untergegangenen Tiergeschlechter Amerikas genügen; noch mehr aber wird man sich dessen bewusst, wenn man einen Blick wirft auf die immensen Leichenfelder, welche in den letzten dreißig Jahren von den Engländern in Südafrika aufgedeckt worden sind.

Werden doch aus den dortigen triassischen Schichten Reptilien mit Köpfen von Nilpferdgröße zu Tage gefördert, welche in Ermanglung von Zähnen entweder Hornschnäbel besessen haben nach Art der heutigen Schildkröten oder furchtbare Gebisse vom Säugetiertypus (Schneid-Reißzähne etc.), (*Dicynodontia*).

Ich werde vielleicht später Gelegenheit haben, dieser Seite der neuern Paläontologie eine besondere Betrachtung zu widmen. Im nächsten Aufsatz sollen jedoch vorher noch die Zahnvögel Amerikas besprochen werden und dabei wird sich Gelegenheit geben, noch einmal auf die Dinosaurier zurückzukommen, um die von ihnen eingeschlagene Entwicklungsrichtung genauer zu präcisiren und mit derjenigen der Zahnvögel zu vergleichen.

A. Vayssière, Etude sur l'état parfait du Prosopistoma punctifrons.

Annales des sciences naturelles, 6. sér., Zoologie et Paléontologie XI, Nr. 1, 1881, p. 1—16, Pl. 1.

Das in Rede stehende Tier beansprucht ein gewisses allgemeineres Interesse durch seine unsichere Stellung im Arthropodensystem. Von Geoffroy (Histoire des Insectes, II, 1764, p. 560. Pl. 21, Fig. 3) als ‚binocle à queue en plumet', von Latreille als ‚binocle permigère', von Duméril als ‚binocle pisciforme' und späteres *Prosopistoma* (Maskenmaul) den Crustaceen zugeordnet, ein Platz, den später Milne-Edwards dem Tiere streitig machte: ward dasselbe sodann 1869 von Em. Joly seiner Tracheen wegen als Insekt erkannt und in die Nähe der Ephemerinen, zu den amphibioten Orthop-

teren gestellt. Erst Vayssière gelang es, die Richtigkeit der Vermutung Joly's durch die Entdeckung der Entwicklung der Nymphe zur Subimago[1]) zu constatiren, als er sich bemühte, das *Argulus*-ähnliche Larvenstadium des merkwürdigen Arthropoden als ein bleibendes, fortpflanzungsfähiges nachzuweisen, — eine Annahme, zu welcher ihn die erstaunliche Concentration des Nervensystems des *Prosopistoma* mit Mac Lachlan geführt hatte. Dasselbe zeigt ein Paar obere Schlundganglien zur Innervirung der Augen und Antennen, ein unteres Schlundganglion zur Innervirung verschiedener anderer Teile des Kopfes und endlich ein sehr voluminöses Thoracalganglion mit Nervenstämmen für alle Teile des Thorax und Abdomen, deren Einschnürungen auf eine Verwachsung dreier Paare Thoracalganglien und eines unpaaren Abdominalganglions deuten.

Das Larvenstadium charakterisirt die vollständige Verwachsung der Thoracalringe mit den vordersten Abdominalsegmenten, durch welche eine Verminderung der respiratorischen Teile und eine totalere Localisation derselben hervorgerufen ist; während die Ephemerinen (*Palingenia*, *Oligoneura*) außer an andern Körperregionen ein Paar Tracheenkiemen an den Seiten eines jeden der sieben vordersten Abdominalringe besitzen, hat *Prosopistoma* deren nur fünf, und zwar sind die beiden vordersten Paare derart modificirt, dass sie kaum der Atmung selber dienen, sondern nur die physiologische Aufgabe der folgenden erleichtern. Der aus den verlängerten, fest verschmolzenen Rückentegumenten gebildete, der Bewegung unfähige Schild bildet die mit der Außenwelt durch drei Oeffnungen, eine mediane dorsale und zwei ventrale laterale in Verbindung stehende Atmungskammer; durch die paarigen Oeffnungen, die Bauchporen, dringt das Wasser in die Kammer und entweicht, nachdem es die Tracheenkiemen mit Luft gesättigt hat, durch die unpaare Dorsalpore, — eine Art der Strömung, welche durch die Bewegung der beiden vordersten Paare der Atmungsorgane bewirkt wird, deren vorderstes verlängertes Paar das Wasser eintreten lässt, deren hinteres Paar es hinaus schafft, während die drei übrigen Paare ausschließlich den Austausch der Gase vermitteln.

Die sehr helle, fast weiße Larve des *Prosopistoma* verwandelt sich im Juni (in der Rhone)[2]) in eine dunkelbraune Nymphe, welche sich durch die maskenähnliche Bildung ihrer Unterlippe — eine Eigen-

---

1) Dasjenige geschlechtsreife Postembryonalstadium, welches bei einigen Neuropteren noch einer letzten Häutung unterliegt, also der Imago unmittelbar vorausgeht.

2) In einem umfassenden Aufsatze ‚Ueber Verbreitung der Tiere im Rhöngebirge und Mainthal mit Hinblick auf Eifel und Rheinthal', p. 43—183 der soeben ausgegebenen ersten Hälfte der Verhandl. d. naturhist. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westfal., 38. Jahrg., 1881, teilt Leydig p. 135 das Vorkommen der *Prosopistoma*-Larve auch für das Taubergebiet mit.

tümlichkeit, der das seltene Tier seinen Namen verdankt — auszeichnet und alsdann in die dipterenähnliche Subimago mit verkümmerten Mundteilen und schwach entwickelten Beinen, deren Weibchen ein Viertel millim. lange, milchweiße, warzige Eier, ähnlich denen der *Chloë diptera* legt, indem sich nach des Verfassers Vermutung die Subimago wahrscheinlich nicht zur Imago ausbildet.

F. Karsch (Berlin).

Zur Histologie der Retina.

1) Denissenko, Mitteilung über die Gefäße der Netzhaut der Fische. Arch. f. mikrosk. Anat. 1880 Bd. XVIII. S. 480–486. Taf. XXII. Fig. A. — 2) Derselbe, Ueber den Bau der äußern Körnerschicht der Netzhaut bei den Wirbeltieren. Arch. f. mikr. Anat. 1881. Bd. XIX. S. 395—442. Taf. XXI. — 3) W. Krause, Ueber die Retinazapfen der nächtlichen Tiere. Arch. f. mikr. Anat. 1881. Bd. XIX. S. 309—315. Taf. XVII.— 4) Boll, Thesen und Hypothesen zur Licht- und Farbenempfindung. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. 1881. S. 1—39. — 5) Denissenko, Ueber den Bau und die Funktion des Kammes (Pecten) im Auge der Vögel. Arch. f. mikr. Anat. 1881. Bd. XIX. S. 733. Taf. XXXIV.

(Schluss.)

Boll (*4*) hat nun ferner eine Anzahl von Thesen aufgestellt, deren morphologische Unterlage hier in Betracht kommt.

1) Die lichtempfindende Fläche der Retina ist ausschließlich zusammengesetzt aus Sehelementen (Boll), d. h. aus gesonderten, individuellen und selbständig empfindenden Punkten.

2) Jedes einzelne Sehelement besitzt zwei bestimmte physiologische Eigenschaften: erstens die Fähigkeit zu einer vollständigen Licht- und Farbenempfindung, und zweitens ein bestimmtes „Localzeichen" [letztere Bezeichnung ist bekanntlich von Lotze eingeführt, Ref.].

3) Alle Sehelemente sind unter sich gleichartig durch ihre Licht- und Farbenempfindung und ungleichartig allein durch ihre Localzeichen.

4) Die Anzahl der Sehelemente ist gleich der Anzahl der Nervenfasern in dem zu ihr gehörigen Sehnerven.

Diese Anzahl der Nervenfasern im *N. opticus* ist nun bisher nur für den Menschen bestimmt worden und auch noch mit Zweifeln behaftet. Ref. (Allg. Anat. 1876 S. 167) hatte sie auf eine Million geschätzt. Kuhnt (1879) fand nur 40000, Salzer (1880) 438000 Nervenfasern. Ref. (Arch. f. Ophthalmol. 1880 Bd. 26, 2. S. 102) zeigte dann, dass zwar nur etwa 400000, 0,002—0,004 mm. messende, mit Ueberosmiumsäure sich schwärzende Fasern, welcher Methode Salzer sich bedient hatte, außerdem aber eine mindestens eben so große Anzahl sehr feiner Fasern von 0,0005—0,001 Durchmesser,

welche Kuhnt bereits wahrgenommen hatte, im Sehnerven vorhanden sind.

Die Anzahl der Zapfen in der Retina des Menschen schätzte Ref. auf 7 Millionen, Salzer beim Neugebornen auf 3—3,6 Millionen; Beide stimmen also darin überein, die Anzahl der Zapfen etwa 7mal größer anzusetzen, als diejenige der Opticusfasern. Stäbchen sind nach dem Ref. etwa 18mal so viel als Zapfen, im Ganzen 130 Millionen vorhanden; die Anzahl der Pigmentzellen kommt ungefähr derjenigen der Zapfen gleich. Mögen die Schätzungen noch so unsicher sein, so ergibt sich jedenfalls so viel, dass zu jedem Sehelement im Boll'schen Sinne oder zu jeder Opticusfaser etwa 7 Pigmentzellen, 7 Zapfen und mindestens 100 Stäbchen durchschnittlich gehören würden. Da aber die Feinheit des Raumsinns an verschiedenen Stellen der Retina sehr verschieden ist, so sind weder die obigen Durchschnittszahlen für jede Netzhautstelle und am wenigsten für die *Macula lutea* incl. der *Fovea centralis* gültig, noch kann der Begriff der Lotze'schen Localzeichen ohne Weiteres auf die Boll'schen Sehelemente angewendet werden — was natürlicherweise physiologischerseits näher zu erörtern sein würde, da es sich hier wie gesagt nur um die anatomische Unterlage handeln kann.

Boll zeigt dann ausführlich, dass und warum weder Stäbchen noch Zapfen, noch beide zusammen als Sehelemente gelten können. Vielmehr sei schon nach einer Anschauung des verstorbenen Göttinger Mathematikers Riemann der Ort der Umsetzung von Lichtwellen in Empfindung nirgends anders als in dem Pigmentepithel der Retina (früher der Chorioidea) zu suchen. Die Lichtwellen aber müssten die Stäbchen und Zapfen passirend erst von den Pigmentkrystallen absorbirt werden und dabei eine Erwärmung der letztern hervorbringen, welche dann ihrerseits auf das Protoplasma der Pigmentzellen erwärmend einwirken würden. Diese Theorie ist in ähnlicher Weise und mit der nämlichen Begründung durch das Einsinken schwarzer und weißer Läppchen in von der Sonne beschienenen Schnee bereits von Draper aufgestellt worden (vgl. die *Membrana fenestrata* der Retina des Ref. 1868); jedoch erscheint die Hypothese jetzt in mikroskopischem Gewande.

Mit aller Schärfe wendet sich Boll andrerseits gegen die aus dem Gesagten etwa abzuleitende Glorificirung des Zellenprotoplasma. In der Tat wird man Boll nur beistimmen können, wenn man erwägt, wie die neuerdings namentlich von Strasburger und Flemming aufgeklärten Vorgänge bei der Kernteilung durch Karyokinese jene wichtigsten Ereignisse im Dasein der Zelle auf Bewegungen von Nucleïnfäden zurückgeführt haben, die nicht in der Zelle, sondern im Kern der letztern enthalten sind (Ref.).

Die ellipsoidischen Gebilde, welche Ref. (1860) in den Innengliedern der Zapfen und Stäbchen des Huhns auffand und welche Max

Schultze später in den Zapfen des Menschen als sog. Fadenapparat beschrieb, den Engelmann (1880) mit dem faserigen Stroma der Flimmerzellen, den „Cilienwurzeln“ nach Engelmann parallelisirte — diesen ellipsoidischen Körper nennt Boll eine „Linse“. Während W. Müller (1875) dieselben als die eigentlichen Opticusenden (lichtempfindliche Körper, W. Müller) ansah, konnte Boll letzteres nur für sehr unwahrscheinlich halten und schreibt den Ellipsoiden (Zapfenellipsoid, Stäbchenellipsoid, Ref. 1875) im Gegenteil eine dioptrische Funktion zu. Die Lichtempfindung würde danach, was die Stäbchen und Zapfen anlangt, in deren Außenglieder zu verlegen sein (Boll), dabei wird aber die von Max Schultze so besonders betonte Plättchenstruktur der Zapfenaußenglieder durchaus bestritten. Im Gegensatz dazu hatte Max Schultze bekanntlich die Lichtempfindung den Innengliedern zugeschrieben. Obgleich lichtempfindliche Substanzen wie das Sehrot in den Zapfenaußengliedern noch nicht nachgewiesen sind, so steht Boll doch nicht an, die Lichtempfindung zunächst für einen in den Stäbchen- und Zapfenaußengliedern vor sich gehenden photochemischen Process zu halten. Letztere Anschauung ist bekanntlich durch Kühne aufgestellt worden und wird wol von den Meisten geteilt.

Von den drei hinter einander gelegenen lichtempfindlichen Schirmen, nämlich Zapfenschicht, Stäbchenschicht, Pigmentschicht begann Boll zunächst die letztere zu erörtern. Er zeigte wie die sechseckigen Pigmentzellen am hintern Pol des Bulbus klein, zugleich regelmäßig sechseckig sind; wie sie nach dem Aequator und weiter nach vorn hin allmählich mehr in die Länge gezogen, zugleich größer werden (Großzellenzone nahe der *Ora serrata*, Kuhnt) — dann wurde der Entdecker des Sehrots unterbrochen durch den Tod!

Denissenko (2) hat, außer den oben erörterten Mitteilungen über Blutgefäße in der Retina des Aals und verschiedenen hier nicht erwähnten vorläufigen Mitteilungen, ausführlich den Bau der Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht (äußere Körnerschicht) studirt. Die sehr sorgfältigen Untersuchungen erstreckten sich über 39 Arten (10 Säugetiere, 10 Vögel, 8 Amphibien, 10 Fische — in Betreff der „grünen Eidechse“ ist wie in der Regel bei solchen Gelegenheiten nicht ersichtlich, ob *Lacerta viridis* oder die mit grüner Bauchhaut versehenen Männchen von *Lacerta agilis* gemeint sind, vermuthlich ist das Letztere der Fall). Denissenko läugnet zunächst, dass die Stäbchenkörner von den Zapfenkörnern so leicht zu unterscheiden sind, wie es nach einigen mehr schematischen Abbildungen (z. B. von W. Müller bei *Salamandra maculosa*) der Fall sein würde. Die Unterschiede der Größe findet Denissenko sehr gering beim Huhn, Kaulbarsch, Hecht, Neunauge; die wirklichen Stäbchenkörner des Aals (s. oben) sind Denissenko selbstverständlich unbekannt geblieben. — Auch die Frage, welche Bedeutung die Lagerung der Stäbchen- und Zapfenkörner in

Bezug auf die *Membrana reticularis retinae* (*limitans externa*) besitze, wird erörtert, doch nicht mit der Ausführlichkeit, welche die große Bedeutsamkeit dieser Angelegenheit zu erfordern scheint. Vom Menschen ist es bekannt, dass die Zapfenkörner immer unmittelbar an der genannten Membran, die Stäbchenkörner größtenteils mehr glaskörperwärts liegen. Schon beim Frosch verhält sich dies umgekehrt, da die Zapfenkörner, wie längst bekannt, sich unmittelbar mit der *Membrana fenestrata* (Zwischenkörnerschicht) verbinden; Denissenko hat aber letztere Anordnung auch für die grünen Stäbchen der Froschretina nachgewiesen.

Wichtig erscheint die betreffende Lagerung, weil man auf die Idee verfallen könnte (Ref.), dass Stäbchen und Zapfen verschiedener Tiere einander gar nicht ohne Weiteres homolog zu sein brauchten, sondern mit Rücksicht auf ihre Körner z. B. die Zapfen des Frosches den Stäbchen des Menschen und umgekehrt.

In Betreff der Querstreifung der Stäbchenkörner bestreitet Denissenko, dass diese die letztern in ihrer ganzen Dicke noch durchsetzen, was vielmehr nur auf $^2/_3$—$^3/_4$ der letzteren geschehen soll. Auch wird die vom Ref. beschriebene Querstreifung der Zapfenkörner für die *Macula lutea* des Menschen bestätigt.

Die Dicke der Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht, sowie der (innern) Körnerschicht bei den untersuchten 39 Arten wird durch eine Tabelle (*4*, S. 414) erläutert. Die Messungen sind leider nicht untereinander vergleichbar, weil sie weder an einer bestimmten Stelle der Retina angestellt, noch Durchschnittszahlen sind; auch scheint die Härtungsmethode nicht immer dieselbe gewesen zu sein. Verf. kam es vorzugsweise auf Vergleichung der relativen, nicht der absoluten Dicken der beiden (äußern und innern) Körnerschichten an. Immerhin ist auch für diesen Zweck die Auswahl der Stelle in der Retina nichts weniger als gleichgiltig (Ref.). Was die Körner selbst betrifft, so unterscheiden die Messungen weder zwischen Stäbchen- und Zapfenkörnern einerseits, noch zwischen den sehr mannigfaltigen Elementen der (sog. innern) Körnerschicht und man kann hiernach nur bedauern, dass so viel Fleiss und ein reichhaltiges Material nicht besser verwertet worden sind.

Eine besondere Ansicht hat Denissenko über Kerne und Umhüllungsmembranen der Stäbchen- und Zapfenkörner sich gebildet. Jene beruht darauf, dass derselben die modernen Anschauungen über den Charakter der Stäbchen- und Zapfenschicht fremd geblieben zu sein scheinen. Das Stäbchenkorn ist homolog dem Kern einer Epithelialzelle des Centralkanals im Rückenmark, der Stäbchenkegel dem Protoplasmafuß einer Zelle, die Stäbchenfaser, welche das Stäbchenkorn schleierartig umhüllt, dem Zellprotoplasma, die Stäbchen (und Zapfen) selbst mit ihren mannigfachen Abteilungen, Bestandteilen und Einlagerungen incl., wie besonders betont werden muss, ihrer Innen-

glieder, Oeltropfen und ellipsoidische Körper sind Flimmercilien homolog. Alles dies zeigt die Entwicklungsgeschichte ganz unwiderleglich (Ref.).

Um so interessanter ist es, dass Denissenko nun in dieser epithelialen Schicht Lymphgefäße, wenigstens Lymphspalten und Hohlräume nachweist. Dass die Stäbchen- und Zapfenkörnerschicht auch beim Aal keine Blutgefäße führt, wurde oben vom Ref. gezeigt und hier noch hinzugefügt, dass der leicht erklärliche Irrtum auf einer Verwechslung der *Membrana reticularis* (*limitans externa*) mit der *Membrana fenestrata* (Zwischenkörnerschicht) zurückzuführen ist. Die Existenz von Lymphspalten, namentlich im *Rete Malpighii s. mucosum* der äußern Haut und Schleimhäute, würde ein hiermit zu parallelisirender Befund sein (Ref.).

Die Form der betreffenden Lymphspalten schildert Denissenko als sehr mannigfaltig, teils ellipsoidisch, teils eckig oder spaltförmig; gewöhnlich sind sie senkrecht zur *Membrana fenestrata* gestellt. Die wechselnde Form mag jedoch äußern Umständen, Erhärtung in H. Müller'scher Flüssigkeit u. s. w. ihre Entstehung verdanken (Ref.). Auch die Größe der Hohlräume ist erheblich verschieden; doch muss in Betreff aller dieser Differenzen auf die Abbildungen des Originals verwiesen werden. Die auffällige, noch nicht genügend erklärte Anordnung der Stäbchenkörner zu Säulen, wie sie zwar schon längst bekannt und an Säurepräparaten (Chromsäure, Ueberosmiumsäure, 3%iger Essigsäure, Ref.) leicht zu beobachten ist, tritt besonders in der Netzhaut eines Affen (Spec.?) hervor.

Das Pecten hat Denissenko (5) bei verschiedenen Vögeln an Injectionspräparaten studirt. Die Kapillaren desselben werden von einem Häutchen, das aus polygonalen Zellen besteht, eingescheidet. [Offenbar ist diese sog. Adventitia weiter nichts als das eigentliche Endothelrohr des Gefäßes selbst, Ref.]. Die ringförmigen Spalträume communiciren nach Denissenko mit Lymphröhren der Retina, die beim Huhn 0,001—0,02 mm. Weite besitzen. Dem entsprechend soll das Pecten dazu bestimmt sein, Lymphe zu secerniren, welche die Retina ernährt; seine Blutgefäße wären den Retinalblutgefäßen, welche bekanntlich den Vögeln fehlen, homolog. So unzweifelhaft nun auch aus der Entwicklungsgeschichte hervorgeht (Ref.), dass die Arterien des Pecten den in die fötale Augenblasenspalte eintretenden Blutgefäßen, also der *A. centralis retinae* und *A. hyaloidea* homolog sind, so ist es doch eine andere Sache mit den Kapillaren. Diejenigen der Retina entsprechen offenbar ursprünglich solchen, wie sie z. B. die graue Substanz der Großhirnrinde versorgen. Ref. hat die betreffende Sachlage schon früher einmal (Arch. f. mikr. Anat. 1876 Bd. XII S. 744) auseinandergesetzt. Danach scheint die *A. centralis retinae* ursprünglich gar nicht der Netzhaut anzugehören, wie sie in der Tat erst sekundär vom Sehnerv scheidenförmig umwachsen wird.

Vielmehr dürfte die nervöse Substanz der primären Augenblase ihre Blutgefäße bereits vom Gehirn her mitbringen, als dessen Ausstülpung sie hervorwächst, welche Blutgefäße in der *Vagina interna* oder Pialscheide des Sehnervenstammes verlaufen. Bekanntlich anastomosiren letztere neben der *Lamina cribrosa sclerae* mit den Retinalblutgefäßen noch beim erwachsenen Menschen. Letztere Gefäße aber scheinen sich aus Anastomosen zu versorgen, welche von den ursprünglichen Gefäßen der primären Augenblase mit der *A. centralis retinae* an ihrem Uebertritt (*A. hyaloidea*) in den Glaskörper eingegangen werden, nach Obliteration der *A. hyaloidea* bei den Säugern natürlicherweise an Kaliber wachsen und auf diese Art als Teilungsäste der *A.* (und *V.*) *centralis retinae* erscheinen. Damit würde übereinstimmen, dass His (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1880. Anat. Abt. S. 221) beim Kaninchen die Aeste erster Ordnung der *A.* und *V. centralis retinae* von der *Membrana limitans* (*interna*) unbedeckt gefunden hat, während freilich Michel (Beiträge zur Anatomie und Physiologie für C. Ludwig 1875 S. LVI) beim Menschen Nervenbündel der Opticusfaserschicht diese Gefäße glaskörperwärts überkreuzen sah. Was den Aal und dessen gefäßhaltige Retina betrifft, so hat derselbe vermutlich gar keine *A. centralis retinae*; seine Retinalgefäße, die sämmtlich kapillarer Natur sein dürften, stammen wenigstens zum größten Teil aus der Pialscheide.

Sind diese Ausführungen des Ref. richtig, so würde daraus weiter folgen, dass man bei den Wirbeltieren unterhalb der Säuger d. h. mit anangischen Netzhäuten ein embryonales Stadium aufzufinden erwarten darf, in welchem die Retina z. B. des Hühnchens Blutgefäße führt. Interessant wäre es auch zu wissen, wie sich die Retina der Beuteltiere in dieser Beziehung verhält, da in der Retina dieser sehr eigentümlichen Säugetierform von Hoffmann (1876) bei *Halmaturus giganteus* und *H. Bonnetii*, wie oben schon erwähnt wurde, farbige Oeltropfen (blau, grün und rot) in den Zapfeninnengliedern entdeckt worden sind, wie sie sonst nur den Vögeln und Reptilien zukommen. Trotz mehrfacher Bemühungen ist es dem Ref. noch nicht gelungen, aus Australien Augen von Beuteltieren in geeignetem Zustande zu erhalten und würde derselbe für etwaige Zuwendungen aus zoologischen Gärten oder Museen sehr dankbar sein.

W. Krause (Göttingen).

Die Funktion der Thalami optici.

Von

Dr. Cajo Peyrani,

Professor der Physiologie an der Universität Parma.

Die Funktion der *Thalami optici* ist bis jetzt noch ziemlich unbekannt. Dies hängt zum großen Teil auch davon ab, dass weder ihre mikroskopische Struktur noch ihre Beziehungen zu den andern Teilen des Centralnervensystems hinlänglich bekannt sind. Im wesentlichen sind wir in unserer Kenntniss auf die Arbeiten von Kölliker, Meynert, Frey u. A. beschränkt. Ebenso ist die klinisch-experimentelle Seite der Frage noch sehr unvollständig. Mit einem Wort, wenn die mikroskopische Struktur der *Thalami optici* noch fast ganz zu erforschen ist, so weiß man über ihre funktionelle Bedeutung nur außerordentlich wenig.

Nach Verletzung der Thalami beobachteten Serres und Foville Lähmung der Armbewegungen, Vierordt Lähmung der Muskeln der der Verletzung entgegengesetzten Körperhälfte; Béclard fand nicht Lähmung, sondern nur eine Schwäche der Beinmuskeln; Vulpian gekreuzte motorische Lähmung und Manegebewegung auf der gesunden oder der verletzten Seite. Schiff beobachtete beim Menschen gekreuzte Lähmung des Armes, bei den Tieren Manegebewegung auf der Seite der Verletzung, wenn diese auf die vordern drei Viertel der Thalami sich erstreckt; auf der unversehrten Seite, wenn die Verletzung sich auf das hintere Viertel beschränkt. Nach Lussana hat die Verletzung der Thalami Blindheit oder Amblyopie, Lähmung der Hand, Abduction des Armes, Manegebewegung auf der entgegengesetzten Seite zur Folge. Nach andern Physiologen erstreckt die Funktion der Thalami sich nicht nur auf die Locomotionsbewegungen, sondern auch auf die allgemeine Sensibilität (Gratiolet); sie sollen das Centrum für die Verarbeitung der sensiblen Eindrücke sein und in ihnen die Uebertragung der Empfindung in Wahrnehmung stattfinden (Todd, Carpenter). Nothnagel hält sie für den Sitz für die Umwandlung der peripherischen sensiblen Eindrücke in Bewegung; nach Ferrier haben sie gar keine motorische Wirkung, sondern nur sensorische oder sensible. Nach Longet erzeugt ihre Verletzung Hemiplegie und Hemianästhesie der entgegengesetzten, Manegebewegung auf der unversehrten Seite; nach Charcot, Türk, Vayssière Hemianästhesie des Gesichts, des Rumpfes, der Glieder der entgegengesetzten Seite. Mit Rücksicht auf diese so widersprechenden Behauptungen dürfte die Mitteilung einiger Versuche nicht ohne Interesse sein, welche ich während der fünf letzten Jahre im physiologischen Institut zu Parma angestellt habe.

Einem sieben Monat alten Kalbe exstirpirte ich den linken *Thala-*

mus opticus in seinem hintern Drittel. Eine halbe Stunde nach der Operation zeigte das Kalb fast vollständige Unbeweglichkeit der Glieder der rechten, Hemianästhesie der linken Seite und starke Neigung sich nach rechts zu drehen. Die Temperatur war links um 3,2° gestiegen, Respiration 14; Puls 58 in 1'. Diese Symptome dauerten vier Stunden, nach welcher Zeit das Kalb getötet wurde.

Bei einem andern, sechs Monate alten Kalbe legte ich ein Stück Kali causticum auf die Mitte des hintern Teils des linken Thalamus und ließ es hier so lange bis ein großer Teil des Thalamus zerstört war. Eine halbe Stunde später war die Temperatur links um 4,1° gesunken; Respiration 29; Puls 86 in 1'; fast vollständige Lähmung der Glieder der rechten, Hemianästhesie der linken Seite; rechts Manegebewegung; Erhöhung der allgemeinen Sensibilität. Diese Symptome dauerten drei Stunden.

Fast dieselben Wirkungen habe ich bei sieben Hunden beobachtet, denen ich den linken Thalamus zerstört hatte.

Bei zwei andern Hunden durchschnitt ich die Thalami in ihren vordern zwei Dritteln in der ganzen Tiefe und beobachtete 45 Minuten danach: links Erhöhung der Temperatur um 4,6°, Respiration 35, Puls 90 in 1'; vollständige Unfähigkeit die rechte Seite zu bewegen; sehr deutliche Hemianästhesie der linken Seite, Erhöhung der allgemeinen Sensibilität; geringe Neigung zu Manegebewegungen nach der linken Seite, fortwährendes Blinzeln auf der rechten Seite.

Bei einem Kalbe im Alter von $7^1/_2$ Monaten fand ich nach vollständiger Durchschneidung des linken Thalamus: links Steigerung der Temperatur um 3,8°; Respiration 15; Puls 60 in 1'; motorische Lähmung auf beiden Seiten, die jedoch rechts stärker ausgeprägt war; Hemianästhesie der linken Seite; allgemeine Muskelschwäche des Rumpfes, der Vorder- und Hinterextremitäten.

Die Zahl der Versuche ist zu gering, als dass man aus ihr allgemeine Schlüsse ziehen könnte, immerhin tragen sie aber zur Aufklärung über die Funktion der *Thalami optici* bei.

S.

Ueber den Einfluss der Ernährung auf die Milchbildung.

Da die Bildung der Milch zu dem Wachsen und Schwinden der secernirenden Zellen der Milchdrüse in Beziehung steht, so ist die Größe der Milchsekretion in erster Linie von der Entwicklung der Milchdrüsen abhängig, daher bei gleichem Futter zwei Kühe von der gleichen Rasse und dem nämlichen Körpergewicht entsprechend der verschieden starken Entwicklung ihrer Drüsen ungleiche Mengen Milch geben. Die Nahrung, die dem milchenden Tier zugeführt wird, kann erst in zweiter Linie in Betracht kommen, insofern durch sie die mit der Tätigkeit einer allmählichen Auflösung anheimfallenden

Drüsenzellen wieder aufgebaut werden sollen. Da alle Protoplasmen zu ihrer Regeneration ganz besonders Eiweiß bedürfen, so erweist sich auch kein Nährstoff von einer Wirkung auf die Milchbildung, die mit der des Eiweißes zu vergleichen wäre. Steigerung der Eiweißzufuhr oder besser der Eiweißausnutzung im Darm wirkt sowol auf die Größe des Milchertrags im Ganzen, als auf den Gehalt der Milch an ihren wesentlichen Bestandteilen und zwar in erster Linie auf ihren Fettgehalt, wie dies für den Menschen (Franz Simon, Handb. der med. Chem. 1846, II. S. 286; Decaisne, Compt. rend. 1873, S. 119) für die Kuh (G. Kühn, Journ. f. Landwirtsch. 1874, 75, 76, 77, Fleischer u. A.) und für die Ziege (Stohmann, biologische Studien, Braunschweig 1873; Weiske, Journ. f. Landwirtschaft 1878, S. 447) in übereinstimmender Weise dargetan ist. Durch Fütterungsversuche, die W. Fleischmann an einer größern Anzahl von Kühen angestellt hat (Centralbl. f. Agrikulturchemie 1880, IX, S. 510), wird auf's Neue festgestellt, dass nicht nur die Menge der gebildeten Milch, sondern auch ihr Gehalt an Trockensubstanz bei Verbesserung des Futters und zwar bei Vermehrung des Gehalts an verdaulichem Eiweiß im Futter zunimmt.

Ueber den Einfluss der Fütterung auf die Milchbildung bei Ziegen berichtet Imm. Munk nach ausgedehnten Versuchsreihen, die in der Berliner Tierarzneischule im Verein mit Studirenden ausgeführt worden sind (Arch. f. wissensch. u. prakt. Tierheilk. 1880, VII. Heft 1 u. 2). Einer Ziege von 22,5 Kgr. Körpergewicht und in der 11. Woche der Lactation wurde 9 Tage lang mit Heu, Kleie und Maisschrot per Tag 75 Gr. verdauliches Eiweiß, 22 Gr. Fett und 490 Gr. Kohlehydrate (N.freie Stoffe) zugeführt; dabei betrug die tägliche Milchmenge im Mittel 500 Ccm. mit im Ganzen 61 Gr. festen Stoffen (15,5 Gr. Eiweiß, 23,1 Gr. Zucker, 17,8 Gr. Fett). Darauf wurde 12 Tage lang weniger Kleie gegeben, so dass die Ziege täglich über 59 Gr., also 16 Gr. verdauliches Eiweiß weniger als in der Vorperiode erhielt. Im Mittel der ganzen Reihe sank die tägliche Milchmenge auf 413 Ccm. mit 44,5 Gr. festen Stoffen (15 Gr. Fett, 18 Gr. Zucker, 15 Gr. Eiweiß). Indess macht sich der Einfluss der spärlichen Eiweißzufuhr nicht sofort, sondern erst frühestens am 4. Tage geltend. In den ersten drei Tagen dieser Reihe ist die Menge und Zusammensetzung der Milch noch wie in der Vorperiode (525 Ccm. mit 62,5 Gr. festen Stoffen, davon 18 Gr. Fett und 25 Gr. [4,8 %] Zucker), für die übrigen Tage dieser Reihe beträgt die tägliche Milchmenge 358 Ccm., der Trockenrückstand 44 Gr. und von diesen 13,4 Gr. Fett und 14,4 Gr. (4 %) Zucker. Es erfährt also bei eiweißärmerer Nahrung auch der Zuckergehalt eine Abnahme, und zwar nicht nur absolut, d. h. entsprechend der geringern Milchmenge, sondern auch relativ, d. h. in Bezug auf den Procentgehalt; eine Tatsache, die bisher weder für die Kuh noch für die Ziege ermittelt worden ist. Die

geringere Eiweißzufuhr bewirkt in erster Linie eine Herabsetzung des Milchertrags überhaupt; die festen Stoffe sind nur in Bezug auf den Milchzucker ärmer. — Eine fernere Versuchsreihe, an derselben Ziege ausgeführt, sollte den Einfluss des Salzgehalts im Futter auf den Salzgehalt der Milch feststellen. Es wurde zunächst 5 Tage lang das eiweißreiche Futter der Vorperiode gegeben und nur die Menge der Trockensubstanz und speciell der Salze bestimmt; im Mittel betrug die Gesammtausscheidung an Salzen in der Milch pro Tag 1,94 Gr., entsprechend 0,76 %. Darauf wurde ein an Salzen reiches Futter, nämlich neben der Weizenkleie 2 Kgr. Kartoffeln mit Schale dargereicht, so dass bei ziemlich gleichem Gehalt des Futters an verdaulichem Eiweiß, Fett und Kohlehydraten, noch mit den Kartoffeln allein 20,6 Gr. Salze zugeführt wurden. In den 10 Tagen dieser Periode stieg der absolute Salzgehalt der Tagesmilch auf 2,24 Gr., der relative auf 0,81 %; die absolute Zunahme der Milchsalze betrug somit 15 %. Es wird Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, zu ermitteln, welche Salze der Milch bei reichlicher Salzzufuhr zunehmen.

Die Fütterungsreihen an der zweiten Ziege, deren Körpergewicht 20,6 Kgr. betrug und die zu Beginn der Versuche ebenfalls in der 11. Woche der Lactation stand, zeigen, dass reichliche Fütterung mit gutem Weidegras den Milchertrag hebt, sogar in höherm Grade als dies bei einem andern Futter der Fall ist, welches die gleiche Menge verdaulicher Nährstoffe enthält, und außerdem den Fettgehalt der Milch erheblich steigert. Die nämliche Erfahrung ist zwar schon früher wiederholt gemacht, aber in Bezug auf die Feststellung des Gehalts der Milch an den einzelnen wesentlichen Bestandteilen wol nicht so genau verfolgt worden.

Endlich hat Fleischmann noch über die Milchergiebigkeit und Qualität der Milch bei Kühen verschiedener Schläge Untersuchungen angestellt (Milchzeitung 1880, X, S. 7). Kühe verschiedener Abkunft (Mecklenburger, Breitenburger, Angler, Ostfriesen) wurden das ganze Jahr hindurch gleichmäßig gefüttert und die ganze Zeit hindurch die Morgen- und Abendmilch gesondert auf Menge, Trockensubstanz und Fettgehalt bestimmt. Es ergab sich, dass, je größer die jährlich ausgeschiedene Milchmenge ist, die Milch um so weniger reich an festen Substanzen, von um so geringerm spec. Gewicht und Fettgehalt wird. Man hat in der Regel die Beobachtung gemacht, dass die Abendmilch zwar weniger reichlich, aber von größerm Buttergehalt ist, als die Morgenmilch. Fl. fand indess, dass die Abendmilch von höherm spec. Gewicht ist, als die Morgenmilch und auf 12 % Trockensubstanz berechnet weniger Fett enthält als die Morgenmilch. In Bezug auf die ausgeschiedene absolute Fettmenge hat sich keine Uebereinstimmung ergeben, die eine Reihe schied mehr Fett mit der Morgenmilch, die andere mit der Abendmilch aus.

J. Munk (Berlin).

Eine biologische Station in Australien.

Der Sidney Mail entnehmen wir die Nachricht, dass auf Betrieb und nach mehrjährigen Bemühungen des rühmlichst bekannten russischen Naturforschers Dr. Miclucho-Maclay durch die Beihülfe der Royal Society of Victoria, der Linnean Society of Victoria und der Royal Society of New South Wales jetzt an der Watson-Bay, etwa eine deutsche Meile von Sidney entfernt auf dem von der Regierung bereitwillig zur Verfügung gestellten Terrain eine biologische Station eröffnet ist. Dieselbe liegt an dem flachen Meeresarm des Port Jackson und zugleich dicht an der pacifischen Tiefsee; in ihrer unmittelbaren Nähe befinden sich große Lagunen und Süßwassersümpfe; im Norden wird sie von einem dichten, höchst wahrscheinlich noch lange in seiner heutigen Wildheit verbleibenden Walde begrenzt Zwischen der Watson-Bay und Sidney besteht ein reger Dampfschiffverkehr, so dass die Arbeiten der Station an den wissenschaftlichen Instituten Sidneys eine wesentliche Stütze haben werden.

Die Ausgaben für das auf einer kleinen Anhöhe gelegene Gebäude belaufen sich auf 600 £ Sterling, von denen die Regierung die eine Hälfte beisteuert, während die andere durch Zeichnungen von Privaten gedeckt ist; die laufenden Unkosten werden aus den Mitteln der oben genannten Gesellschaften bestritten werden. In dem Stationsgebäude befinden sich außer zwei Schlafzimmern, ein Badezimmer, eine Vorrathskammer, fünf helle Arbeitszimmer von je 15 Fuß Länge, 12 Fuß Breite und 12 Fuß Höhe; die Wände zwischen den einzelnen Räumen sind aus doppelten Fachwerkmauern aufgeführt, die Zwischenräume mit Sägespähnen ausgefüllt, um jedes störende Geräusch zu verhindern. So ist diese Station, wenn auch nach kleinem Maßstabe, doch in jeder Weise ihrem Zweck entsprechend eingerichtet und vielleicht bestimmt, ein Centralpunkt für alle zu werden, welche sich in Australien biologischen Untersuchungen hingeben. Wir dürfen sicher erwarten, wichtige Resultate aus ihr hervorgehen zu sehen, denn nach den Tropen, welche von allen Gebieten der Erde den größten Tierreichtum aufweisen, bietet Australien mit seiner interessanten und in Bezug auf Anatomie und Entwicklungsgeschichte noch durchaus nicht hinreichend durchforschten Fauna dem Naturforscher ein reiches Arbeitsfeld und die beste Aussicht auf Erfolg.

H. Behrens (Halle a./S.)

Berichtigungen.

S. 313 Z. 22 von oben: genau statt jenen.
S. 314 Z. 4 von unten: reiner statt seiner.
S. 316 Z. 13 von oben: scharf statt schwach.
S. 317 Z. 4 von oben: Beobachtungen in Lösungen statt Beobachtungen von.
S. 319 Z. 22 von oben: 0,2 $^{00}/_{00}$ statt 20, $^{00}/_{00}$.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **15. Oktober 1881.** **Nr. 13.**

Inhalt: **Kunkel,** Die Uebereinstimmung des pflanzlichen und tierischen Stoffwechsels. — **Jordan,** Einfluss des bewegten Wassers auf die Gestaltung der Muscheln aus der Familie Najades, Lam. — **Pansch,** Ueber die obern und untern Pleuragrenzen. — **v. Meyer,** Die Mechanik des menschlichen Ganges. — **Kossel,** Untersuchungen über die Nucleïne und ihre Spaltungsprodukte. — **Rindfleisch,** Tuberkulose. — **Grawitz, Buchner,** Die Specifität krankheitserregender niederer Organismen.

Die Uebereinstimmung des pflanzlichen und tierischen Stoffwechsels.

Als man zuerst den tierischen und den pflanzlichen Stoffwechsel nach dem End-Summenwerte der gelieferten Produkte kennen lernte, musste man einen principiellen Gegensatz zwischen denselben finden, den man kurz so definirte, dass der tierische Stoffwechsel als Destruktion, Oxydation, der pflanzliche dagegen als Assimilation, Reduktion aufzufassen sei. Diese Meinung blieb auch als Schullehre lange genug bestehen, obwohl man die Tatsachen, die zu einer universellern Betrachtung führen, schon kannte. Erst die allgemeinen Ueberlegungen, die von verschiedenen Physiologen seit einigen Jahren in die biologischen Wissenschaften eingeführt sind, haben unsere Auffassung vertieft und dadurch vereinfacht.

Das, was den tierischen Stoffwechsel kennzeichnet, die unter Sauerstoffaufnahme fortwährend weitergehende Zersetzung und Ausscheidung von Kohlensäure, findet unter gewöhnlichen Umständen auch in den Pflanzen statt. Im Dunkeln hauchen alle Pflanzen, wie dies längst bekannt ist, Kohlensäure aus. Es ist also die Assimilation ein Vorgang, der nur an bestimmte Organe der Pflanze und an die Beihülfe des Lichts geknüpft ist. Wenn das Licht der Pflanze fehlt, hören die stofflichen Umsetzungen in derselben nicht auf. Die Pflanze lebt jetzt weiter auf Kosten der Stoffe, die sie vorher durch Assimilation gebildet hat, durch Umsetzungen, die ganz denen des tierischen Körpers analog sind.

Es liegt darum der Schluss nahe, der hier nicht weiter durch Einzelausführung begründet werden soll, dass ganz allgemein das lebendige Protoplasma, auch das der Pflanzenzelle, auf seinem Bestande sich nur erhalten, d. i. leben kann unter der Bedingung, dass immer Zersetzung (Oxydation) in demselben stattfindet, dass Kohlensäure gebildet wird. Wenn wir eine grüne Pflanze, die dem Licht ausgesetzt ist, durch Assimilation an Gewicht zunehmen sehen, so ist diese Gewichtsänderung als die Resultirende zweier Summanden, von denen nur der Eine das positive Vorzeichen trägt, aufzufassen. Für gewöhnlich ist bei den grünen Pflanzen die Assimilation überwiegend und darum hat man nach diesem augenfälligen Ergebnisse einseitig den pflanzlichen Stoffwechsel definirt.

Diese beständig weitergehende Zersetzung, die wir als die fundamentale, allen lebenden Gebilden notwendige Stoffwechselart bezeichnet haben, tritt am reinsten hervor bei solchen Pflanzenteilen, die nicht assimiliren können, d. i. bei keimenden Samen und Knollen und bei etiolirenden Pflanzen. Es hat hierauf in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit verschiedener Biologen sich gerichtet, und es ist die Uebereinstimmung zwischen Tier und Pflanze dadurch noch weiter klar gelegt worden.

Eine wesentliche Eigenschaft des tierischen Stoffwechsels ist, dass die Kohlensäurebildung in den Zellen unabhängig vom unmittelbaren Zutritt von Sauerstoff ist. Der Muskel gibt Kohlensäure ab, ohne freien Sauerstoff zu enthalten; die Kohlensäureabgabe ist vom Gasgehalt des Bluts unabhängig; auch in sauerstofffreien Gasgemengen wird Kohlensäure gebildet. Wir nehmen an, dass diese Kohlensäure durch sogen. intramolekulare Verschiebung aus einem Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff [nicht auch Stickstoff?] enthaltenden Körper abgespalten werde und bezeichnen diesen Vorgang als intramolekulare Atmung. Das bekannteste Beispiel ist das der Alkoholgärung, bei der aus dem Zucker ohne Sauerstoffeintritt Kohlensäure und Alkohol entsteht. Eine große Reihe von Tatsachen, die alle darauf hinweisen, dass Kohlensäurebildung und Sauerstoffaufnahme durchaus nicht zeitlich genau parallel neben einander her gehen, haben diese fundamentale Erkenntniss immer mehr bestätigt.

Dem widerspricht nicht das eminente Sauerstoffbedürfniss des lebenden Organismus, das bei den höchst stehenden Organismen auch am lebhaftesten hervortritt. Nur unmittelbar ist der freie Sauerstoff bei der Bildung der Kohlensäure nicht beteiligt, aber indirekt ist er dazu durchaus notwendig für die Herstellung und Umwandlung der Stoffe, die in der ganzen Zersetzungsreihe der Kohlensäureabspaltung vorausgehen und nachfolgen.

Es ist eine verdienstvolle Arbeit, die im Laboratorium von J. Sachs von Wortmann unternommen worden ist, die Kohlensäureausscheidung keimender Samen im sauerstofffreien Gasgemisch zu

verfolgen[1]). Es zeigte sich, dass bei vollständigem Sauerstoffabschluss durch viele Stunden Kohlensäure in großen Mengen weiter gebildet wurde und zwar lieferten gleiche Zeitabschnitte (annähernd) gleiche Mengen.

Diesen letzten Punkt scheint uns der Autor in den theoretischen Ausführungen zu sehr betont zu haben; er lässt wirklich in gleichen Zeiten gleiche Kohlensäuremengen entstehen. Es ist aber schon aus aprioristischen Gründen anzunehmen, dass die Kohlensäureausscheidung allmählich abnehmen muss, und darauf deuten die Zahlen der spätern Stadien der mitgeteilten Versuchsreihen teilweise auch direkt hin. — Am meisten scheint uns für unsre Auffassung (neben manchem andern Grunde) die folgende Ueberlegung zu sprechen.

Es ist eine für alle gärungsartigen Umsetzungen, mit denen wir zumeist noch die chemischen Processe der lebendigen Zellen vergleichen können, erwiesene Tatsache, dass diese Gärungen nach einiger Zeit sich selbst abschwächen und schließlich sistiren durch die Behinderung, welche die entstandenen Umsetzungsprodukte auf den weitern Verlauf der Zersetzung ausüben. So ist dies mit der Alkoholgärung der Fall, welche durch die Gegenwart des Alkohols allmählich abgeschwächt und schließlich, wenn auch erst spät, sistirt wird. Dies gilt für alle Fermentationen und Gärungen.

Diese bei den Gärungen erkannte Beziehung wendet man mit Vorteil auch auf physiologische Vorkommnisse der complicirtesten, höchsten Organismen an. Die Ermüdung des ausgeschnittenen Muskels ist zuerst durch Anhäufung der sogen. Ermüdungsstoffe bedingt. Entfernt man dieselben, so ist der Muskel wieder im Stande Arbeit zu leisten. Es ist also von der Substanz, deren Umsetzung die Quelle der gewonnenen Energie abgibt, noch vorhanden, deren Zerfall ist aber unmöglich gemacht durch die angehäuften „Gärungsprodukte". Gerade für diese Stoffe aber nehmen wir den Sauerstoff in Anspruch. Dies sei nur ein Beispiel in der flüchtigsten Ausführung: verschiedene Erscheinungen der Atmung der Säugetiere lassen sich leicht für den gleichen Gedanken verwenden.

Der Organismus ist auch darauf eingerichtet, diese nächsten Reaktionsprodukte der intramolekularen Atmung (wohin beispielsweise die sogen. reducirenden Stoffe des Bluts gehören) möglichst rasch zu verändern, unschädlich zu machen. Soweit wir bisher diese Stoffe kennen, erscheinen sie im normalen Organismus nur in geringen Mengen, weil sie eben sofort mit Beihülfe anderer Moleküle verwandelt werden.

Für die Begrenzung der intramolekularen Atmung bei Sauerstoffabschluss sprechen manche weitere Beobachtungen. So wissen wir lange durch Versuche, dass Samen im ersten Stadium des Keimens

1) Arbeiten des botanischen Instituts Würzburg ed. J. Sachs I. Band.

viel Sauerstoff aufnehmen, ohne die entsprechende Kohlensäuremenge dafür auszugeben, es findet also Aufspeicherung von Sauerstoff (in gebundener Form!) statt. — Diese Versuche sollten wiederholt und vor Allem die Unterschiede zwischen öl- und stärkehaltigen Samen gut berücksichtigt werden.

Der atmende Pflanzensamen braucht Sauerstoff, gerade wie das Tier denselben gebraucht. Für eine Zeitlang kann er aber den freien Sauerstoff entbehren, wie dies die Tiere auch können. Er ist darauf eingerichtet, durch den momentanen Mangel nicht zu Grund gehen zu müssen und eine Zeitlang von dem zu leben, was er vorher aufgespeichert hat. Gerade diese Aufspeicherung ist aber ermöglicht durch die Einrichtung der intramolekularen Atmung. Es muss ein Körper des festen Aggregatzustands sein, der unmittelbar der wichtigsten Funktion des Lebens dient. Denn nur ein solcher kann in größern Mengen aufgespeichert werden.

Eine weitere Reihe von Tatsachen, die in neuerer Zeit erkannt und zusammenfassend dargestellt worden sind, liefern eine wesentliche Ergänzung zu dem oben ausgesprochenen Grundgedanken der Analogie zwischen pflanzlichem und tierischem Stoffwechsel.

Wo man bisher im Einzelfalle den tierischen Stoffwechsel in allen seinen Endprodukten studirt hat, hat man immer gefunden, dass neben den gasförmigen Ausscheidungen (Kohlensäure und Wasser) auch feste und zwar stickstoffhaltige Excretionsprodukte gebildet werden. Es sind die Umsetzungen in den tierischen Zellen von der Art, dass auch stickstoffhaltiges Material (eiweißartige Substanzen) der völligen Destruktion verfällt. Die Endprodukte dieser Umsetzung sind Körper, welche die Amidgruppe enthalten, Amidosäuren oder Säureamide (so Harnstoff, Harnsäure, Glycin u. A.).

Nun hat man neuerdings gewissen krystallinischen stickstoffhaltigen Körpern, die in Pflanzenteilen unter bestimmten Umständen sich finden, größere Aufmerksamkeit zugewendet und gefunden, dass diese Amidokörper nach den speciellen Umständen ihres Erscheinens von zersetztem Eiweiß abgeleitet werden müssen. Es ist in der ersten Nummer dieses Blattes der Aufsatz von E. Schulze: „Ueber Eiweißumsatz im Pflanzenorganismus“ schon von Hansen referirt, so dass ich mich auf die dort beschriebenen Tatsachen als auf Bekanntes beziehen darf.

In jungen Pflanzenteilen, die sich ausschließlich auf Kosten von Reservematerial (ohne gleichzeitige Assimilation) entwickeln, d. i. neue Gewebselemente und Organe bilden, zeigt sich bald eine starke Anhäufung von stickstoffhaltigen krystallinischen Körpern, Amiden und Amidosäuren. Die der Menge nach hauptsächlichsten sind Asparagin und Glutamin; auch Leucin und Tyrosin und andere ähnliche Stoffe sind (aber nur in minimen Mengen gegenüber dem Asparagin) gefunden. Einer dieser Körper ist immer in weitaus überwiegender

Menge vorhanden, gewöhnlich das Asparagin, in einigen Pflanzen das Glutamin. Die Stoffe sind, wie man an den Samen unzweifelhaft feststellen kann, aus Eiweiß erst entstanden, sie finden sich nicht im ungekeimten Samen und ihre Menge nimmt mit dem Fortschreiten der Keimung zu, während der Gesammtstickstoffgehalt constant bleibt.

Nimmt man einstweilen diese Hypothese an, dass auch der Stoffwechsel der Pflanzen die Zersetzung von Eiweiß und die Bildung stickstoffreicher Amide in sich schließe, so ist die nächste Frage, warum wir nicht immer diese Amide in den Pflanzen, vor Allem in den grünen Pflanzen antreffen. — Auf diese Frage ist eine befriedigende Antwort jetzt schon möglich: diese Amide werden in der Pflanze wieder in Eiweiß zurückverwandelt. Wenn Keimlinge, Knospen erst einige Zeit grüne Blätter besitzen und damit assimiliren, verschwindet das Asparagin wieder. Da Stickstoff von den Pflanzen nicht ausgegeben und nach einiger Zeit nur Eiweiß in denselben gefunden wird, so muss aus dem Asparagin wieder Eiweiß entstanden sein.

Soweit ist die Ausführung klar und durchsichtig und leicht annehmbar. Gegen manche Folgerung aber, die in die Lehre von der Eiweißzersetzung in der Pflanze von deren Vertretern eingeführt worden ist, lassen sich verschiedene Bedenken geltend machen.

So ist die Meinung ausgesprochen, dass die Eiweißzersetzung in den Pflanzen dieselbe sei, die man künstlich durch Kochen mit Säure nachahmen könne. Es werden in der Tat dieselben Eiweißzersetzungsprodukte, wie die künstliche Zersetzung sie liefert, in der Pflanze gefunden, aber nur quantitativ in ganz andern Mengenverhältnissen. Während Leucin bei der Zersetzung mit Schwefelsäure immer in den größten Mengen unter den Zersetzungsprodukten angetroffen wird, Asparaginsäure dagegen nur zu einigen Procenten, ist umgekehrt Leucin in den Pflanzen nur in verschwindend kleinen Mengen nachweisbar, dagegen ist oft mehr als die Hälfte des Gesammtstickstoffs eines Keimlings in Form von Asparagin in demselben angehäuft. — Um diese wesentliche Abweichung in der Quantität der gelieferten Reaktionsprodukte zu erklären, wird weiter angenommen, dass fortwährend Eiweiß in der Pflanze neu zerfällt und neu gebildet wird: an einem Ort soll die Neubildung, an dem andern der Zerfall des dorthin transportirten Eiweißes geschehen. Zu diesem Neuaufbau, so lautet die Hypothese weiter, sind nicht alle Bruchstücke des vorher zertrümmerten Eiweißmoleküls gleich gut geeignet. So lange nur Reservematerial genug vorhanden ist, werden von der Pflanze die am besten geeigneten Bausteine ausgesucht, die weniger gut verwertbaren bleiben liegen und häufen sich so immer mehr an. Nach dieser Hypothese sind Leucin und Tyrosin gut geeignete Stoffe für die Eiweiß-Regeneration, weil man ja davon immer nur so minime Mengen in den Pflanzen antrifft. Asparagin und Glutamin wären dagegen nur weniger gut zu verwenden.

Wir wollen unsere Einwürfe gegen diese ganze Schlussreihe beginnen mit einem Einwand, der sich aus dem relativen Stickstoffgehalt der verschiedenen hier in Betracht kommenden Stoffe ableiten lässt. Es enthält Tyrosin 7,7, Leucin 10,7, Eiweiß 16 bis 17, Glutamin 19,2, Asparagin 21,2 Procente Stickstoff (Glycin 18,7, Harnsäure 34,5, Harnstoff 46,7). Betrachtet man ganz oberflächlich nach dem Erfolge der gelieferten stickstoffhaltigen Produkte den Zerfall der Eiweißstoffe im Tierkörper, so kann man sagen, die Eiweißstoffe werden so zersetzt, dass möglichst stickstoffreiche Atomgruppen von dem Eiweiß abgespalten und dann aus dem Organismus entfernt werden. — Ganz übereinstimmendes sehen wir in der Pflanze: es bleibt von dem zersetzten Eiweiß ein Rest übrig, der stickstoffreicher als die Mutter-substanz ist, das Asparagin; der andere Teil wird „veratmet". — Es wäre von Interesse zuzusehen, ob der pflanzliche Organismus nicht Stoffe bilden kann, die procentisch noch stickstoffreicher sind als das Asparagin. Man sollte keimende Samen bis aufs äußerste, bis zum schließlichen Tode etioliren lassen und zusehen, ob dann nicht stickstoffreichere Produkte (als Asparagin) entstehen. Ein solcher Fund würde für unsere Auffassung eine wesentliche Stütze sein.

Die oben referirte Meinung, dass die Pflanzen in sich das Eiweiß in der gleichen Weise zersetzen, wie wir das künstlich nachahmen können, zeichnet sich allerdings durch Einfachheit aus. Aber schon die nächsten Folgerungen, die man daraus zieht, führen zu um so complicirteren Annahmen. Der Restitution zu Eiweiß sollen am leichtesten Leucin und Tyrosin, die Stoffe, die wir in den Pflanzen in den kleinsten Mengen finden, dienen können. Das stickstofffreie Material, das mit zu dieser Restitution verwendet wird, ist nach der Meinung der Urheber dieser Hypothese der Traubenzucker. Wenn Leucin oder Tyrosin, Körper von 8 bis 11 Procent Stickstoff zusammen mit stickstofffreiem Material zu Eiweiß, einem Molekül von 17 % Stickstoff werden sollen, so sind dazu sehr complicirte Reaktionen notwendig, bei denen die sich beteiligenden Atomgruppen vollständig zerspalten, und umgebaut werden müssen. Wollte man aus Leucin allein Eiweiß darstellen, so müsste man viel Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff abspalten, weil ja Eiweiß stickstoffreicher ist als Leucin. Nun nimmt aber die oben dargelegte Hypothese zu dieser Eiweißsynthese noch Glykose, stickstofffreies Material zu Hilfe, und sie muss an ein in die Reaktion eintretendes stickstofffreies Molekül denken, weil ja Assimilation notwendig ist zur Eiweißrestitution. Wir kämen dadurch zu der wenig wahrscheinlichen Annahme, dass die Natur so unökonomisch arbeitet, die größere Hälfte des zu einem bestimmten Zweck aufgewendeten Baumaterials für Nebenzwecke verwenden zu müssen.

Fasst man die Tatsachen, die sicher begründet sind, zusammen, so kommt man auch zwanglos zu anderer Auffassung. Gewiss ist, dass in jungen, stark wachsenden Pflanzenteilen große Mengen von

Asparagin entstehen und dass späterhin dieses Asparagin wieder verschwindet, indem Eiweiß restituirt wird. Asparagin ist aber zusammen mit stickstofffreiem Material wol geeignet zum Eiweißaufbau, weil hier sich wirklich einfache Addition (unter Kohlensäure- und Wasseraustritt) vollziehen kann. Dass Leucin und Tyrosin in größeren Mengen in den Pflanzen entstehen, ist durch nichts bewiesen; ebenso ist es nur Hypothese, dass das Asparagin für die Eiweißsynthese ungeeignet sei; wir sehen es gerade im Gegenteil sich vollständig in Eiweiß zurückverwandeln. Die ganze Lehre wie sie jetzt gewöhnlich angenommen wird, ist aufgebaut auf Grund des zuerst von Gorup-Besanez ausgesprochenen Satzes, dass die Eiweißzersetzung in der Pflanze mit der künstlichen identisch sei. Dieser Satz ist aber aus vielen Gründen unwahrscheinlich. Doch wollen wir deren Wiedergabe auf eine andere Gelegenheit verschieben.

Wir können demnach Alles, was von der Eiweißzersetzung in der Pflanze bekannt ist, sehr wol zu folgender Lehre zusammenfassen: Der Stoffwechsel der Pflanze ist mit dem Zerfall von Eiweiß verbunden; es entstehen dadurch, wie im tierischen Organismus Stoffe, die stickstoffreicher sind als das Eiweiß. Diese Stoffe werden gewöhnlich in der Pflanze bald wieder zu Eiweiß restituirt unter Zuhilfenahme von stickstofffreiem Material (Glycose). Wo solches fehlt, da häufen sich die stickstoffhaltigen Produkte in größern Mengen an; das Asparagin der Keimlinge hat diesen Ursprung.

Ein Gedanke sei zum Schluss noch kurz erwähnt. Einmal ist durch eine Reihe übereinstimmender Tatsachen eine weitgehende Analogie zwischen dem tierischen und dem pflanzlichen Stoffwechsel nachweisbar; zum Andern sehen wir bei den Pflanzen die Erscheinung, dass die dem Gesammtstoffwechsel notwendige Eiweißzersetzung wieder rückgängig gemacht, das Eiweiß gespart werden kann; die Pflanze verfährt im höchsten Grad ökonomisch mit diesem kostbaren Material; es fragt sich darnach, ist auch im tierischen Körper eine solche Eiweißrestitution, die einer Ersparniss gleich kommt, möglich. Manche Tatsachen, die gut gekannt sind, sprechen für eine solche Ersparniss. Doch sei heute nur die Frage angeregt: die Antwort verdient für sich besonders ausführlich besprochen zu werden.

A. J. Kunkel (Würzburg).

Einfluss des bewegten Wassers auf die Gestaltung der Muscheln aus der Familie Najades, Lam.

Von

Hermann Jordan (Berlin).

Zu den bekanntesten europäischen Süßwassermuscheln gehören die großen Formen der Familie Najades Lam. (*Unionidae* Flem.) in den Gattungen *Anodonta* Lam., *Unio* Retz. und *Margaritana* Schum., welche alle unsere Ströme, Flüsse, Bäche und Seen z. T. in überraschender Menge beleben, und von denen *Unio pictorum* L., die „Malermuschel“ („mulette“ der Franzosen), und *Margaritana margaritifera* L., die „Flussperlmuschel“, dem Volksmunde die geläufigsten sind.

Die Najaden leben in stehendem und fließendem Wasser, in stillen Teichen und in Seen mit heftigem Wogenschlag, in großen Flüssen mit rein sandigem Grunde und in deren schlammgrundigen Buchten, in kleinen Flüssen und in Bächen mit reißendem Strome und kiesigem Bett; und zwar bevorzugen nicht nur gewisse Arten derselben die eine oder andere Art erwähnter Gewässer, sondern es machen sich auch an den einzelnen Najadenarten eines jeden Standorts gewisse, durch den Aufenthaltsort bedingte Veränderungen bemerkbar, dergestalt, dass die Formen des einen Sees oder Flusses niemals denen eines andern vollkommen gleichen, ja dass man oft innerhalb eines und desselben größern Sees an verschiedenen Stellen verschiedene Formbildungen beobachten kann. Dass diese Formverschiedenheiten nicht etwa auf individuellen Eigenschaften der Muscheln, oder wie man sagt, auf „zufälligen“ Ursachen beruhen, geht zur Evidenz daraus hervor, dass ein geübtes Auge aus einer Menge von Stücken z. B. von *Unio pictorum* L. und *Unio tumidus* Retz. leicht diejenigen eines und desselben Fundorts herauszufinden vermag. Es haben also ganz bestimmte, mit jedem Standorte veränderte Einflüsse zur Ausbildung analoger Formen verschiedener Najadenarten sich gleichmäßig geltend gemacht. Selbstverständlich werden diese Formen nicht so beschaffen sein, dass sie für das Leben und für die Entwicklung der Tiere ungünstig wirken; man wird vielmehr ihre Entstehung aus dem Bestreben ableiten dürfen, den betreffenden Ortsverhältnissen sich möglichst anzupassen und störende Einflüsse derselben so viel als tunlich unschädlich zu machen. Ich will deshalb versuchen, einige dahin gehende Beobachtungen an unsern deutschen Najadenarten im folgenden zu erläutern.

Wir verzeichnen als solche die folgenden sechs, aus denen man allerdings auch schon beinahe zehnmal so viel gemacht hat:

1) *Anodonta variabilis* Drap., in schlammigen und sandgrundigen, meist nur stehenden Gewässern.

2) *Anodonta complanata* Ziegl., Schlammbewohner.

3) *Unio pictorum* L. und

4) *Unio tumidus* Retz., in stehenden und fließenden Gewässern aller Art, nur kleinere, besonders schlammige Teiche und sehr stark reißende kiesgrundige Bäche vermeidend.

5) *Unio crassus* Retz., fast nur und als *var. ater* Nilss. ausschließlich in stark strömenden Gewässern, Schlammgrund jedenfalls immer vermeidend.

6) *Margaritana margaritifera* L. nur in stark strömenden, kiesgrundigen Bächen und kleinen Flüssen.

Wie bei allen Lamellibranchiaten verbindet auch bei den Najaden ein hinter den Wirbeln (den Wachstumscentren) am Dorsalrand der Muschel gelegenes, horniges (und zwar hier äußeres) Ligament die beiden Schalenhälften. Die betreffenden an dem Ligament liegenden Ränder der Schalenklappen nennt man die „Schlossränder", und zwar können dieselben zur größern, gegenseitigen Befestigung der Schalenhälften noch mit besondern, in einander eingreifenden Vorragungen versehen sein, den „Schlosszähnen". Von diesen unterscheidet man zweierlei Arten: einmal solche, welche, von mehr dreieckiger, konischer Gestalt, direkt unter den Wirbeln postirt die Verschiebung der Schalen gegeneinander in der Richtung von vorn nach hinten verhindern, d. h. die eigentlichen Schloss- oder Hauptzähne; und zweitens solche, welche (bei den Najaden nur hinter den Schlosszähnen gelegen) von mehr lamellenartiger, langgestreckter Form, durch ihr Ineinandergreifen eine Verschiebung in der Richtung von oben nach unten unmöglich machen, d. h. die Seitenzähne oder Seitenlamellen. Die Gattung *Anodonta* Lam. entbehrt solcher zahnartiger Vorsprünge gänzlich, *Margaritana* Schum. zeigt nur Hauptzähne, während die Unioarten beiderlei Formen von Schlosszähnen tragen.

Bei sämmtlichen Najadenschalen, und zwar besonders bei den Unioarten und bei *Margaritana margaritifera*, kann man eine eigentümliche, auf beiden Schalenhälften immer gleichmäßige Verletzung der Wirbelgegend (die sogen. Wirbelkorrosion, Angefressenheit, Abschülferung u. s. w.) bemerken, welche durch eine von außen her erfolgende Zerstörung der Kalkschichte nach Entfernung der Schalenepidermis verursacht wird. Man erklärt die Wirbelkorrosion entweder durch Auflösung der Kalkschichte auf chemischem Wege durch kohlensäurehaltiges Wasser oder durch Abschleifung auf rein mechanischem Wege. Jede von beiden Ursachen allein dürfte nicht als Erklärung genügen; vielmehr könnte man es sich ungefähr so denken: die nachweislich auch durch stärkste chemische Reagentien wie z. B. Königswasser unzerstört bleibende Epidermis, bekommt auf mechanischem Wege kleine Risse und Löcher, in denen Algen und Moose sich ansiedeln und die Epidermis noch mehr lockern. Dadurch wird

die Kalkschichte äußern Einwirkungen, chemischen wie mechanischen, blosgestellt, und es wird von der Art des Wassers, in welchem die betreffende Muschel lebt, abhängen, welche von beiden das Hauptagens für die Wirbelkorrosion abgeben wird. In stehenden, stark kohlensäurehaltigen Sumpfwassern wird hauptsächlich oder lediglich eine Auflösung des Kalks auf rein chemischem Wege vor sich gehen; in fließendem Wasser dagegen wird neben einer Auflösung desselben durch Kohlensäuregehalt noch mehr die mechanische Ab- und Ausspülung wirksam sein. Dem entsprechend sind die Schalen der Bewohner reißender Flüsse und Bäche am meisten verletzt und zwar hauptsächlich am vordern, stets gegen den Strom gerichteten Teil, während die Schalen der in stehenden, sandgrundigen und klaren Wassern lebenden Muscheln die geringste Korrosion erleiden. In Bezug auf die Beeinflussung der Formverhältnisse durch bewegtes Wasser hat man zu unterscheiden zwischen einer strömenden Bewegung der Flüsse und Bäche und einer wogenden und brandenden der größern Seen, besonders bei flachem Wasserstande. Ein Unio des fließenden Wassers ist, wie schon erwähnt, immer mit dem Vorderteile gegen den Strom gerichtet, und hat darum den Unbilden des Stroms immer nur nach einer Richtung, nach vorn hin, den hauptsächlichsten Widerstand entgegenzusetzen. Anders in einem See. Hier sehen wir die Unionen nicht in einer bestimmten Lage, wie auch das Wasser nicht in einer bestimmten Richtung bewegt ist. Vor wie hinter der Muschel wogt dasselbe gleichmäßig, und eine Najadenschale muss so beschaffen sein, dass das Tier ringsum Schutz und Halt in derselben findet. Besteht der Wassergrund aus weichem Schlamm, so wird eine Muschel sehr leicht tief einzusinken geneigt, andrerseits aber auch aus demselben verhältnissmäßig leicht auszuheben sein; ist darum Wasser, besonders flaches Wasser mit Schlammgrund (hier also nur stehendes Wasser verstanden) unter Umständen heftigerm Wogenschlag ausgesetzt, so werden die dasselbe bewohnenden Najaden eine Form annehmen müssen, welche sie besonders zum Festhalten am Grunde behufs Vermeidung des Herausgehobenwerdens durch die Wogen geeignet macht, umgekehrt sind die in reißenden Bächen und Flüssen wohnenden Najaden der Gefahr ausgesetzt, fortgerissen und mit dem Strome weggespült zu werden, bedürfen deshalb besonders einer von hinten nach vorn wirkenden Stütze. Außerdem droht den Flussunionen eine Gefahr in den durch den Strom mitgerissenen fremden Körpern und rollenden Steinen, eine Gefahr, die mit zunehmender Schnelligkeit des Stroms wächst, in jedem stehenden Gewässer aber fortfällt.

Im Allgemeinen ist bei den Flussunionen durchweg das gegen den Strom wie ein Sturmbock gerichtete Vorderteil immer unverhältnissmäßig dicker als das Hinterteil, welches letztere, durch jenes geschützt, auch in ziemlich schnell fließenden Gewässern oft

ganz dünn bleibt. Eine Ausnahme hievon bilden die im Ganzen sehr starkschaligen und zumeist nur sehr reißendes Wasser bewohnenden *Unio crassus* und *Margaritana margaritifera*, bei denen jedoch immer die Dicke des Vorderteils stark überwiegt.

Bei den Seeunionen dagegen, bei welchen alle Teile in dem sie rings umwogenden Wasser gleichmäßig gewissen Gefahren, wenn auch geringern, ausgesetzt sind, sind die Schalen vorn und hinten mehr gleichmäßig stark, vorn schwächer, hinten stärker als bei Flussunionen.

Wir erwähnten ferner, dass ein Unio des stark wogenden Wassers, besonders bei flachem Wasserstand und zumal bei weichem Schlammgrund gegen das Ausgehobenwerden, ein Unio des stark strömenden Wassers gegen das Fortgeschoben- bezw. Weggespültwerden sich zu schützen suchen müsse. Dieses Bestreben würde naturgemäß an dem Teil der Muschel zum Ausdruck gelangen, mit welchem sie den Grund berührt, also an dem Unterrande. Ein kurzer und womöglich stark konvex gebogener Unterrand könnte einen Schutz gegen diese Eventualitäten nicht gewähren, in weit höherm Grad aber ein langer Unterrand, der womöglich tief in den Grund sich einzubohren im Stande ist. So sehen wir denn auch in dem Wörthsee bei Klagenfurt an einer flachen, schlammigen, dem Wogenschlag ausgesetzten Stelle, den *Unio pictorum* eine Form annehmen, wie man sie sich nicht geeigneter zur Fixirung der Muschel im Grunde denken kann, und die einen so erfahrenen Conchyliologen, wie Rossmaessler anfänglich sogar zur Aufstellung einer neuen Art veranlassen konnte (*Unio platyrhynchus* Rossm.). Die Muschel und demgemäß auch der Unterrand ist langgestreckt, das Hinterteil aber fast hakenförmig nach unten gebogen (Rossmässler, Iconographie, Fig. 130 und 348) und tief in den Schlamm eingesenkt, welcher beim Herausnehmen „traubenförmig“ an der Muschel hängen zu bleiben pflegt. Ganz analog sind an derselben Stelle ausgebildet *Unio crassus* Retz. *var. batavus* Lam. als *Unio decurvatus* Rossm., und *Anodonta variabilis* Drap. als *A. rostrata* Kokeil. In einem blind endenden, mit dem Wörthsee in direkter Verbindung stehenden Graben, dem Lendkanal, ist der Schlamm durch gewöhnlichen Sandgrund ersetzt, der Kanal hat keinen Wellenschlag, sein Wasser ist tiefer und allen drei in dem Kanal lebenden Arten fehlt diese Eigentümlichkeit des hakenförmig nach unten gebogenen Hinterteils: die Muscheln bedürfen dort eines solchen Notankers nicht und zeigen alle den gewöhnlichen Habitus. Aehnliche, wenn auch nicht ganz so extrem gestaltete See- und zugleich Schlammformen des *Unio pictorum* kommen vor im Chiemsee in Oberbayern (*Unio arca* Held, Isis 1837 S. 304) und auch in Mecklenburgischen Seen — immer mit dem „traubenförmig“ anhängenden Schlamm. Sollten die Muscheln vielleicht durch eine besonders starke Schleimabsonderung den Schlamm an ihrem Hinterteil klebriger zu machen und so noch mehr Halt in demselben zu gewinnen suchen?

Ganz anders dagegen sehen Stücke von *Unio pictorum* aus, die stillen, klaren Seen mit tieferm Wasser entnommen sind. Bei ihnen ist der Unterrand am hintern Ende nach oben ausgeschweift und bildet mit dem Oberrande einen aufwärts gekrümmten „Schnabel". Ein stark abwärts gebogenes Hinterteil wäre hier nicht nur überflüssig, sondern, da Unionen solcher Seen bei weitem beweglicher sind, sogar ein nachschleppendes Hinderniss der Bewegung.

Betrachten wir andrerseits Stücke von *Unio pictorum* aus ziemlich schnell fließenden Bächen und Flüssen, so bemerken wir zwar wiederum die deutlich ausgesprochene Tendenz eines nach unten gerichteten Hinterteils; allein dasselbe ist nicht hakenförmig gestaltet, sondern bildet für die gegen den Strom gerichtete Muschel eine schräg nach hinten und unten gerichtete Stütze, welche sich fest in den Sand des Flussbetts einstemmt. Bei der in schlammigen Flussbuchten vorkommenden Form des *Unio pictorum* (*var. limosus* Nilss.) kommt eine solche, gleichsam wie ein gewölbter Bogen auf das Wasserbett aufgesetzte Form nicht vor; entweder zeigen sich die Muscheln ganz gerade gestreckt, oder auch im Hinterteil stark aufwärts gekrümmt. Dagegen sind bei sämmtlichen Schlammbewohnern Vorder- und Unterrand stets stumpf, da eine allmähliche Zuschärfung einem allzu tiefen Einsinken der Muschel in den Schlamm Vorschub leisten würde, wie umgekehrt Unionen aus Lokalitäten mit festem Sandgrund fast stets eine solche Zuschärfung zeigen.

Bei dem in sehr verschiedenartigen Gewässern lebenden *Unio pictorum* hat man mehr Gelegenheit, diese Formverhältnisse und Veränderungen zu beobachten, als bei den andern Arten; doch zeigen auch im Formenkreise des *Unio tumidus* Retz. die Bewohner von starkem Wogenschlag ausgesetzten Seen behufs Fixirung am Grunde Neigung zu einem langen Unterrand und herabgekrümmten Hinterteil (*Unio tumidus* Retz. *var. lacustris* Rossm., Iconographie Figg. 542 und 775). In gleicher Weise sind Flussformen mit dem schräg nach unten und hinten hin abgebauten Hinterteil ausgebildet.

Die Formen des *Unio crassus* Retz. leben fast nur in fließendem Wasser mit kiesigem oder sandigem Grunde, und nur die Varietät *batavus* Lam. kommt zuweilen in großen Seen vor, wie z. B. auch in der obenerwähnten Form, dem *Unio decurvatus* Rossm. aus dem Wörthsee. Dafür bringen aber auch sämmtliche Formen desselben mehr oder weniger die Tendenz eines nach unten gerichteten Hinterendes zum Ausdruck und zwar um so ausgesprochener, je reißender der sie umspülende Strom ist. Am ausgeprägtesten in dieser Beziehung ist *Unio crassus* Retz. *var. ater*. Nilss., nämlich diejenige Form, welche mit der gleichartig gebauten *Margaritana margaritifera* (vergl. Rossmässler, Iconographie, Figg. 70 u. 72) zusammen unsere reißendsten, wenn für Najaden überhaupt noch bewohnbaren, Wasserläufe belebt.

Von sonstigen, zwischen See- und Flussformen sich geltend machen-

den Verschiedenheiten heben wir, außer dem vorläufig unerklärbaren Umstand, dass die Flussunionen sehr oft, die Seeunionen niemals eine schön grüne Strahlenfärbung besonders auf der hintern Hälfte der Schalen tragen, noch hervor, dass die Seeunionen durchweg, besonders in der Wirbelgegend, im Ganzen genommen bauchiger und aufgeblasener sind, während die erstern schmal bleiben und selten hervorragende, spitze Wirbel zeigen. Die Ursache für diese Formverschiedenheit bin ich geneigt in der Bewegungsart des Wassers zu sehen. Der fortwährend in einer Richtung tätige Strom des fließenden Wassers wird die dasselbe bewohnenden Unionen veranlassen in ihrem Wachstum nicht nur in den zur Strömungsrichtung senkrechten Richtungen, also nach oben und nach den Seiten hin, sich möglichst wenig auszudehnen, sondern auch in geringstem Maße Protuberanzen und Konturenvorsprünge zu entwickeln, welche besonders vielen Unbilden ausgesetzt sein und der Gewalt des Stroms passende Angriffsstellen darbieten würden. Formen aus stillem Wasser geschützt liegender Seen zeigen bedeutend mehr Eckigkeiten und einen gewissen eleganten Schwung in ihren Umrissen, den man an solchen aus unruhigem Wasser vermisst, während in der Umgebung sämmtlicher Seeunionen nichts die Ausbildung voller Wirbelrundung hindern könnte. Doch auch die wogende Bewegung weniger geschützter Binnenlandseen scheint geeignet zu sein, an sämmtlichen Conchylienschalen, besonders an solchen der Limnäen, elegante und manchmal wunderbar eckige Formen herauszubilden, wie man sie am besten bei *Limnaea stagnalis* L., der größten unserer Limnaeaarten, beobachten kann (vergl. Strebel, Verh. d. Ver. für naturw. Unterhaltung, Hamburg, 1875).

Allerdings zeigen sich die Formen des unsere reißendsten Gewässer bewohnenden Unio, des *Unio crassus* Retz. *var. ater.* Nilss. manchmal sehr aufgeblasen, mehr, als irgend ein anderer der deutschen Unionen; doch ist derselbe in allen übrigen Beziehungen so an das Leben in starker Strömung angepasst, dass dieser Umstand als nebensächlich betrachtet werden kann. Einmal produzirt er verhältnissmäßig sehr dicke, bis 0,15 Kgr. schwere Schalen, außerdem aber ist sein ganzer Schließapparat ein ausnahmsweise kräftiger.

Wie oben erwähnt, besteht der Schließapparat der Najaden aus dem Ligament, den Schlosszähnen und den Schließmuskeln, mittels deren das Tier seine Schalen auf- und zuklappen kann. Das Ligament ist am schwächsten bei den Anodonten, als bei Bewohnern sehr ruhiger Gewässer, stärker bei *Unio pictorum* und *U. tumidus*, am längsten und kräftigsten wenn auch nicht am meisten hervortretend bei den Formen des *Unio crassus* Retz. und der *Margaritana margaritifera* L. Gleichfalls sehen wir, dass bei den Anodonten die Schließmuskeln sehr oberflächliche, nach Entfernung des Tiers auf der Innenfläche der Schale oft kaum sichtbare Eindrücke hinterlassen. Etwas tiefer, besonders am Vorderteil sind die Eindrücke bei *Unio pictorum*

und *U. tumidus*; sehr markirte und rauhe Muskelgruben sowol vorn wie hinten finden wir bei *Unio crassus* und *Margaritana margaritifera*. Am meisten aber macht sich in den verschiedenen Formen der Schlosszähne der Einfluss des Aufenthaltsorts geltend. Das Genus *Anodonta* Lam. entbehrt, wie schon erwähnt wurde und auch der Name besagt, der „Zähne" auf den Schlossrändern der Schalenklappen vollständig; der Aufenthalt in dem ruhigen Wasser der Teiche und stillen Seen macht solche auch ganz überflüssig. Bei *Unio pictorum* und *U. tumidus* sind sämmtliche Schlosszähne mehr oder weniger dünn und schneidend-lamellenartig, während sie bei den Formen des *Unio crassus* dick und besonders die Hauptzähne außerordentlich groß entwickelt sind. Wie sich nun oben an verschiedenen andern Verhältnissen zwischen See- und Flussformen der erstgenannten beiden Unionen Unterschiede zeigten, so treten solche an denselben Formen nicht minder in der Entwicklung der Schlossbezahnung hervor. Setzt man eine gegenseitige Verschiebung der Schalen als möglich voraus, so dürfte eine solche in der Längsrichtung in fließendem Wasser die wahrscheinlichste sein, in dem wechselnden Spiel des wogenden und wühlenden Seewassers dagegen eine solche in der Richtung von unten nach oben, bez. umgekehrt. Eine Längsverschiebung verhindern mittels ihrer Stellung besonders die Haupt-, eine Verschiebung in senkrechter Richtung aber vornehmlich die Seitenzähne. Demgemäß sehen wir bei den Seeformen der in Rede stehenden beiden Unioarten die Hauptzähne schwach entwickelt, was bis zum Verschwinden des hintern Hauptzahns in der linken Klappe des *Unio pictorum* sich steigern kann, die Seitenlamellen aber stark und hoch, während bei den Flussformen die Hauptzähne immer gut ausgebildet sind. Ein sehr schönes Beispiel für diese Schlosszahntheorie liefert eine von mir an reißenden Strecken schlesischer Flüsse gesammelte Varietät von *Unio pictorum* (siehe Jahrb. d. deutsch. malak. Ges. 1879: Die Mollusken der preuß. Oberlausitz), die *var. pachyodon*. Dieselbe zeigt nicht nur eine für einen *Unio pictorum* L. im Allgemeinen sehr starke Entwicklung der Haupt- und Seitenzähne, sondern erfreut sich eines hintern Schlosszahns der linken Klappe, der dem sonstigen Artcharakter entgegen ungeheuer und bedeutend mächtiger entwickelt ist, als der vordere. In analoger Weise sehen wir in den Flüssen Deutschlands (und anderwärts) zwei andere Arten von Muscheln auftreten, welche als nahezu einzige Flussformen der Gattungen *Cyclas* Brug. und *Pisidium* C. Pfr. auch einzig unter sämmtlichen andern Arten genannter Gattungen eine besondere, numerische Verstärkung in den Hauptzähnen aufzuweisen haben, nämlich deren zwei in jeder Klappe: es sind dies *Cyclas (Sphaerium) rivicola* (Leach.) Lam. und *Pis. amnicum* Müll. (= *Pis. obliquum* C. Pfr.).

Als von allgemeinem Interesse mag hier noch die Bemerkung Platz finden, dass, ebenso wie Semper durch eine Reihe höchst in-

teressanter Versuche für *Limnaea stagnalis* L. nachgewiesen hat (vgl. Verh. d. physik.-med. Ges. zu Würzburg, neue Folge Bd. III p. 271 bis 279 und Bd. IV, p. 50—81), auch die Najaden eine beträchtlichere Größe im Verhältniss zur Steigerung der Größe der von ihnen bewohnten Wasserbecken zu erreichen scheinen. Schon Rossmässler (Iconographie Bd. II, Heft VI (XII), über „Artunterscheidung etc.") weist auf diesen Umstand hin, und ich habe seine Beobachtung in allen Fällen bestätigt gefunden.

Pansch, Ueber die obern und untern Pleuragrenzen.

Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt. 1881. S. 111–121.

Die kleine Abhandlung betrifft anatomische Verhältnisse, die in praktischer Hinsicht noch wichtiger sind, als in physiologischer. Was zunächst die obern Pleuragrenzen anlangt, so überragt die Lunge nach der gewöhnlichen Angabe das Schlüsselbein um 3—5 cm. Diese ohne Weiteres am Lebenden durch Perkussion nachzuweisende Distanz ist selbstverständlich so gemeint, dass die Erstreckung oberhalb der Clavicula auf der Haut gemessen wird. Die Wölbung der betreffenden Gegend oder genauer das Aufsteigen derselben in schräger Richtung von der Clavicula nach hinten und oben bedingt es nun aber, worauf der Verf. um mögliche Missverständnisse zu vermeiden aufmerksam macht, dass jene 3—5 cm. nicht etwa von der Erhebung einer die Lungenspitze tangirenden Horizontalebene über die durch den obern Rand des Schlüsselbeins gelegte Horizontalebene gelten. Hierauf bezogen, beträgt die Erhebung der Lunge 0—4,5 und im Mittel 1—3 cm. über den obern Rand des sternalen Endes der Clavicula. Die Spitze der rechten Lunge fanden Braune und Henle ein wenig (4—8 mm.) höher stehend, Rüdinger hingegen wenig niedriger stehend als diejenige der linken Lunge; Pansch gelang es nicht, einen konstanten Unterschied nachzuweisen.

Nun ist aber die Lage der so beweglichen Clavicula keineswegs fixirt. Als relativ festester anatomischer Punkt ist der vordere Rand des Halses der ersten Rippe zu betrachten und gerade bis zu diesem erhebt sich die Pleura, über eine durch die erste Rippe selbst gelegte (schräge) Ebene dagegen im Durchschnitt um 1,5 cm. Auf die Horizontalebene bezogen beträgt die Erhebung über dem vordern Ende der ersten Rippe 2,5—5,5, im Mittel 3,5 cm. Dabei ist zu bemerken, dass durch den Verlauf der *A. subclavia* diese Erhebung in eine vordere, etwa 1 cm. hohe und eine hintere, 2 cm. messende Wölbung abgetheilt wird; der dadurch bewirkte Sulcus verläuft rechterseits mit seinem medialen Ende viel weiter nach vorn und ist zugleich flacher.

Man sollte nun denken, bei der Inspiration würde die Lungen-

spitze in stärkerm Grade aus der oberen Oeffnung des Thorax heraustreten. Nach Untersuchungen am Lebenden ist dies bekanntlich (Ref.) bei ruhiger Inspiration um etwa 5 mm. der Fall. Nach dem Verf. indessen hebt sich die erste Rippe durch die Kontraktion der *Scaleni* oder durch die Hebung des *Sternum*. So groß das Aufsteigen des letztern auch sein mag, der hintere Theil der Rippe wird sich wenig heben und am Rippenhalse wird kaum eine Hebung wahrnehmbar sein. Der Pleurasack folgt dann einfach dieser Hebung der Rippe, der untern Fläche des *M. scalenus anticus* und der *A. subclavia*, und die dem Halse der ersten Rippe entsprechende höchste Spitze der Lunge kann somit unmöglich eine wesentlich größere senkrechte Höhe erreichen. Die vordere, vor der *A. subclavia* befindliche Wölbung wird sich freilich erheben, aber doch nicht so hoch, dass sie die horizontale Höhe der hintern Wölbung übertrifft. Das Resultat wird also sein, dass die senkrechte Erhebung der höchsten Lungenspitze über dem sternalen Ende der Clavicula abnimmt anstatt zuzunehmen, denn die Lungenspitze ändert ihren Ort nicht, wol aber steigt die Clavicula in die Höhe.

Vermöge dieses Resultats setzt sich der Verf. in Widerspruch nicht nur mit den Angaben der verbreitetsten anatomischen und topographisch-anatomischen Lehrbücher, sowie solcher über Auskultation und Perkussion, sondern auch mit den geläufigen pathologischen Anschauungen. So unbestreitbar die oben wörtlich wiedergegebene physikalische Deduktion des Verf.'s erscheint, so glaubt Ref. doch, dass ein wesentlicher Punkt übersehen ist, nämlich der Zug (namentlich des obern Bauches) des *M. omohyoideus* an dem tiefen Blatt der *Fascia cervicalis*.

Verf. scheint einen stärkern fibrösen Streifen der *Fascia endothoracica* zurechnen zu wollen, obgleich derselbe mit der Auskleidung des Thorax nichts zu thun hat, sondern außerhalb, resp. oberhalb der obern Apertur, des letztern gelegen ist. — (Vergl. auch des Ref. specielle und makroskopische Anatomie, 1879, S. 176 u. 178; sowie Luschka, Anat. I, 1, 1862, S. 435).

Da der *Tendo intermedius* des *M. omohyoideus* mit dem tiefen Blatt der *Fascia cervicalis* verwachsen ist, so spannt die Zugwirkung des genannten Muskels die letztere in der Richtung nach außen (Ref. l. c. S. 188) d. h. in diesem Falle nach oben, welchem Zuge die Lungenspitze folgen muss, da sonst ein leerer Raum entstehen würde. — Auf die Erklärung, welche Verf. für die von den seinigen abweichenden klinischen Anschauungen versucht, braucht hier nicht eingegangen zu werden. Man darf aber auch hierbei nicht vergessen, dass die Perkussionsresultate auf die erwähnte schräge Vorderfläche des Halses zu beziehen sind und in Bezug auf die Erhebung in senkrechter Richtung, in welcher Pansch gemessen hat, rechnungsmäßig vermindert werden müssen.

Was die untern Pleuragrenzen anbetrifft, so fand Verf. zwar in der Norm keine wesentlichen Abweichungen von den geläufigen Angaben, entdeckte aber höchst interessante und wie es scheint nicht so selten hierbei vorkommende Varietäten. Um die Sache gleich zu präcisiren, denke man sich, man wolle an einem auf dem Bauche liegenden Körper mittels eines lateralwärts vor und zugleich parallel der Wirbelsäule bis zum untern Rande der letzten Rippe geführten Haut- und Muskelschnitts eine Niere exstirpiren, so könnte man dabei unvermuteter Weise die Pleurahöhle eröffnet haben und zwar in einer Länge von z. B. 1,6 cm., bei einer Entfernung um etwa 9 cm. von der Medianebene. Dieses gewiss überraschende Ereigniss erklärt sich nach Pansch wie folgt:

In der Norm entspricht allerdings, wie schon z. B. Henle angab, die Umschlagsstelle der Pleura hinten der halben Höhe des vertebralen Endes der zwölften Rippe, zieht von da lateralwärts anfangs horizontal, dann allmählich aufsteigend rechterseits über das laterale Ende des siebenten Rippenknorpels hinweg, linkerseits aber gewöhnlich ein wenig tiefer. Als Varietät dagegen kann zunächst die zwölfte Rippe fehlen oder rudimentär sein; daher die aufwärts folgende irrtümlich für die zwölfte Rippe genommen werden und hiervon abgesehen, wie Verf. schon früher nachwies, zuweilen die Pleura bis zum *Processus transversus* des ersten Lendenwirbels, ja sogar bis zu dessen unterm Rande, also um 2,5 cm. abnormer Weise nach unten sich erstrecken kann. Dass unter den beschriebenen Umständen leicht eine unbeabsichtigte Eröffnung der Pleurahöhle stattfinden könnte, liegt auf der Hand. Um sie zu vermeiden erscheint es vor Allem erforderlich, rechtzeitig die Rippen (am Lebenden) von oben, nicht von unten her, zu zählen.

W. Krause (Göttingen).

Die Mechanik des menschlichen Ganges.

Von

Prof. H. v. Meyer (Zürich).

Die Mechanik des menschlichen Ganges ist eine sehr komplizirte und kann von verschiedenen Gesichtspunkten aus untersucht werden.

Derjenige Gesichtspunkt, welcher am nächsten liegt, ist der, dass man einen gehenden Menschen beobachtet und untersucht, welche Bewegungen derselbe ausführt, wie er das Bein aufsetzt, wie er mit demselben abstößt, welche Schwankungen in vertikaler sowie in horizontaler Richtung durch den Rumpf ausgeführt werden etc.

Der zweite Gesichtspunkt stützt sich auf die Ueberlegung, dass der Gang das Ergebniss des Zusammenwirkens sehr vieler Apparate des Organismus ist, und dass er je nach der Art dieses Zusammenwirkens eine sehr verschiedene Erscheinung bieten muss; — und in

Wirklichkeit finden wir denn auch, dass nicht nur ein jedes Individuum seinen eigentümlichen Gang ebenso sehr besitzt, wie seine eigentümliche Handschrift, sondern dass auch je nach der Stimmung, nach den Kräften, nach dem Einflusse der Kleidung etc. bei demselben Individuum oft innerhalb weniger Schritte die äußere Erscheinungsweise des Ganges sich sehr bedeutend ändern kann, — dass, mit einem Worte, ein Jeder geht, wie er gerade kann oder mag. — Diese Ueberlegung muss zuerst zu der Erkenntniss führen, dass es überhaupt gar keinen typischen Gang geben kann und dass das einzige Typische, was sich in dem Gange der verschiedenen Individuen erkennen lässt, das ist, dass alle sich mit Hülfe der Beine vorwärts bewegen. Sodann aber muss gefunden werden, dass man, um die Erscheinungsweise des Ganges richtig zu verstehen, die einzelnen Mechanismen, aus welchen sich derselbe zusammensetzt, genauer untersuchen muss, wodurch allein der Schlüssel zu allen verschiedenen Gangarten sich gewinnen lässt.

Wählen wir zum Vergleich dieser beiden Gesichtspunkte die Bewegung eines sehr einfachen Mechanismus. Es seien drei gerade Stäbe so mit einander durch Scharniere verbunden, dass Stab I mit Stab II einen nach rechts offenen Winkel (A) bildet und Stab II mit Stab III einen nach links offenen Winkel (B). Beide Winkel A und B seien jeder 90°, und die freien Enden des Stabes I und des Stabes III sollen in einer senkrechten Linie liegen. Wenn nun in der Richtung dieser senkrechten Linie die beiden freien Enden für eine gewisse Strecke von einander entfernt werden sollen, so muss die Summe der Gradwerte der beiden Winkel durch ihre Streckung vergrößert werden, so dass sie also alsdann statt 180° etwa 240° betragen würde. Es sei nun eine gewisse Anzahl solcher Apparate vorhanden und es soll untersucht werden, in welcher Weise die Vergrößerung der Summe erreicht wird. — Ein Forscher, welcher den ersten der beiden oben aufgestellten Gesichtspunkte als maßgebend anerkennt, wird an einem Apparate die beiden Enden aus einander ziehen und dann die Winkel messen; wenn er nun dabei findet, dass A = 140° und B = 100° geworden ist, so wird er Zunahme von A um 50° und von B um 10° als Gesetz aufstellen. Ist er genauer, so untersucht er vielleicht eine Anzahl von Apparaten und findet bei den verschiedenen Apparaten etwa folgende Werte:

	A	B
a)	130	110
b)	100	140
c)	115	125
d)	140	100
Mittel	122,50	118,75

Er wird dann aus diesen Werten, wie oben geschehen, das Mittel ziehen und, Beobachtungsfehler zugebend, die Dezimalen fallen lassen und als Gesetz aufstellen, dass A sich um 32° vergrößere, B aber

um 28°. — Ein Forscher dagegen, welcher von dem zweiten Gesichtspunkte aus die Untersuchung unternimmt, wird die Excursionsmöglichkeit beider Winkel untersuchen und etwa finden, dass jeder derselben sich bis zu 60° verkleinern und bis zu 180° vergrößern kann. Danach wird er den Satz aufstellen, dass, wenn in beiden Gelenken gleiche Widerstände sind, jeder Winkel um 30° zunehmen muss, — dass aber, weil die Widerstände und andere Zufälligkeiten sehr verschieden sich in beiden Gelenken geltend machen können, nach dem Dehnungszuge jedes der beiden Gelenke einen Winkel zwischen 60° und 180° zeigen kann und dass nur die Summe beider 240° betragen muss. Mit diesem wird er nicht nur alle oben angegebenen Varietäten erklärt, sondern auch die Möglichkeit gezeigt haben, dass noch eine unendliche Menge von Varietäten außer diesen vorkommen müssen, sogar solche, bei welchen der eine der beiden Winkel eine Verkleinerung erfährt z. B. A = 180°, B = 60° oder A = 80°, B = 160°; zugleich hat er damit auch die Gränzen genau bezeichnet, innerhalb welcher die verschiedenen Varietäten liegen müssen.

Ich war genöthigt, diesen Vergleich etwas weiter auszuführen, weil er nicht nur geeignet ist, den Unterschied der beiden Gesichtspunkte deutlich zu machen, sondern auch zugleich Anwendung auf die verschiedene Art der Analyse der Gangbewegungen gestattet, wenn man die drei Stäbe Fuß, Unterschenkel und Oberschenkel nennt und in der verschiedenen Art, wie die freien Enden der Stäbe von einander entfernt werden können, die verschiedene Art erkennt, wie das Bein als Ganzes gestreckt werden kann.

Die Brüder Weber haben in ihrer 1836 erschienenen „Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge“ im Ganzen den Standpunkt eingenommen, dass sie einen typischen Gang aufzustellen suchten. Das Mittel hierzu war Beobachtung an gehenden Individuen. Insofern befanden sie sich also auf dem ersten der beiden oben geschilderten Standpunkte. Andererseits haben sie aber auch sehr genaue Untersuchungen über den Bau der Gelenke, des Beines und deren Mechanismen angestellt und deren Ergebnisse teilweise zur Erklärung ihrer Beobachtungen verwendet. Immerhin ist aber in Bezug auf den Gang und dessen Erklärung ihr Standpunkt vorherrschend derjenige der Beobachtung an gehenden Individuen und der Versuche mit solchen.

In meinen Untersuchungen, deren Veröffentlichungen im Jahre 1853 mit mehrern Aufsätzen in Müller's Archiv begannen und einen vorläufigen Abschluss in meiner „Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüsts“ 1873 fanden, stehe ich entschieden auf dem zweiten Standpunkte, indem ich die Elemente der Gangbewegung, gestützt auf die Mechanismen der Gelenke und auf die Notwendigkeit der Unterstützung des Schwerpunkts, einzeln untersuche und den Hinweis darauf gebe, wie sich in verschiedener Weise diese

Elemente an der Gangbewegung beteiligen können und welche verschiedene Individualitäten des Ganges daraus entspringen; wobei ich denn allerdings auch die gewöhnlich angewendete Combination zu berücksichtigen und in ihren Grundzügen zu motiviren hatte. Welches die Gründe waren, die mich diesen Standpunkt wählen ließen, habe ich nicht nötig, weiter auszuführen; ihre Darlegung ist in der Charakterisirung der beiden Standpunkte der Untersuchung bereits enthalten.

Ueber den bahnbrechenden Wert des Weber'schen Werks sind keine Worte zu verlieren; denn dieser ist mit Recht allgemein anerkannt. Es kann deshalb sogleich eine Darlegung der Aufgaben gegeben werden, welche die Brüder Weber sich gestellt haben.

Ihre Arbeit zerfällt in drei größere Abschnitte, nämlich:

1) Schilderung der äußern Erscheinung des Gehens und Laufens in deren einzelnen Teilen und Erwägung der dabei wirkenden Kräfte (Muskeltätigkeit, Schwere etc.). (Erster Teil).

   Genauere Beobachtungen und Messungen über die einzelnen Teilerscheinungen, angestellt an gehenden Individuen. (Dritter Teil. Erster Abschnitt).

2) Anatomische Untersuchungen über den Bau der Wirbelsäule, des Beckens und der Gelenke des Beins, mit Studien über die Muskeln und Bewegungsgrößen der einzelnen Gelenke. (Zweiter Teil).

3) Theorie des Gehens und Laufens, vorzugsweise einer mathematischen Schematisirung der äußern Erscheinungsweise des Gangs gewidmet. (Dritter Teil. Zweiter Abschnitt).

Angehängt ist in einem „Vierten Teile“ ein geschichtlicher Ueberblick über die Arbeiten früherer Forscher.

Die Fragen, welche sie sich gestellt haben und deren auf dem Wege der Beobachtung und des Versuchs an gehenden Individuen gewonnene Antworten, niedergelegt namentlich in den beiden oben unter 1 zusammengestellten Abschnitten, geben Zeugniss davon, mit welcher Gründlichkeit sie das Thema nach allen Seiten durchdacht haben.

Sie untersuchen

1) die Länge des Schritts unter verschiedenen Verhältnissen,
2) die Zeitdauer
   a. des einzelnen Schritts unter verschiedenen Verhältnissen; Verhältniss zwischen Länge und Dauer —
   b. der Pendelung des Beines —
   c. des Ruhens des aufgesetzten Fußes.
3) Die Veränderungen in dem stemmenden Beine
   a. Längenzunahme durch die Streckung —
   b. Größe der Erhebung der Ferse und der Fußspitze über den Boden.
4) Die Veränderungen in der Lage des Rumpfes

a. Neigung nach vorn im Stehen und in verschiedenen Arten des Gehens —
b. vertikale Schwankung beim Auftreten mit dem ganzen Fuße und mit der Fußspitze. Mittlere Größe der Tieferstellung des Rumpfes im Gehen gegenüber seiner Hebung über dem Boden im Stehen —
c. horizontale Schwankung im Gehen —
d. Torsion in der einzelnen Schrittbewegung —
e. Skizzirung der Horizontal- und Vertikal-Projektion der Schwankungen b und c.

5) Die Verhältnisse des „natürlichen" Gangs bei verschiedenen Geschwindigkeiten, in Bezug auf
a. Schrittzahl in einem gegebenen Raume —
b. Zeitdauer der Durchwanderung des gegebenen Raumes —
c. Länge der Schritte —
d. Zeitdauer der Schritte.

Obgleich alle Zahlen, welche sie zur Beantwortung dieser Fragen gewonnen haben, nur individuellen Werth haben können, so sind sie doch mit dem richtigen Takte zur Aufstellung allgemeiner Gesetze benutzt worden, welche alle hier aufzuführen bei der großen Zahl und dem zum Teil sehr umfassenden Inhalte der Fragen nicht tunlich ist. Es genügt zu wissen, dass mit den von den Brüdern Weber aufgestellten Sätzen die äußere Erscheinungsweise des Gangs und des Laufs möglichst genau beschrieben und zum Teil motivirt worden ist, wobei nicht nur der „natürliche" Gang, sondern auch die Varietäten berücksichtigt sind, soweit dieselben durch schnelle oder langsame, lange oder kurze Schritte, durch breitspuriges Schwanken etc. gegeben sind.

So überaus wertvoll diese Untersuchungen auch sind, so leiden sie doch, abgesehen von gewissen Irrtümern wie z. B. über die Gestalt der Wirbelsäule, über die Haltung des Beckens im Gange etc., an dem Fehler, dass ihnen die Auffassung zu Grunde liegt, es gebe einen typischen Gang, dessen Zustandekommen durch die Untersuchungen zu construiren sei.

Ich ging in meinen Arbeiten dagegen von dem oben bereits bezeichneten Gesichtspunkte aus, dass ein typischer „natürlicher" Gang gar nicht aufgestellt werden könne, sondern dass ein jeder Gang individuell sei, weshalb es auch unmöglich sei, über Länge und Dauer der Schritte, über seitliche und vertikale Schwankungen etc. allgemein gültige Gesetze in Zahlen formulirt aufzustellen. Ich erkannte meine Aufgabe darin, die Bedingungen, welche für die Vorwärtsbewegung mit Hülfe der Beine zu erfüllen sind, zum Ausgangspunkte der Untersuchung zu nehmen, und dann zu erforschen, auf welche verschiedene Arten diesen Bedingungen entsprochen werden

kann. Waren diese einzelnen im Gange wirksamen Elemente einmal scharf hingestellt, so war damit eine jede individuelle Gangart erklärt. Man hatte dann nur, um einen gegebenen Gang zu analysiren, zu untersuchen, welche der einzelnen Elemente in demselben zur Verwendung kommen und, wenn mehrere im gleichen Sinne wirkende gefunden werden, in welcher Weise die Wirkungsart dieser unter sie verteilt ist.

Ich habe deswegen in dem Akte der Vorwärtsbewegung die beiden Elemente des horizontalen Bogens und des vertikalen Bogens unterschieden, welche beide einzeln oder in verschiedenster Weise kombinirt die Vorwärtsbewegungen zu Stande bringen, und habe dann in dem vertikalen Bogen wieder die drei Elemente: Hauptbogen, vordern und hintern Ergänzungsbogen unterschieden und gezeigt, wie jedes dieser Elemente für sich allein die Vorwärtsbewegung vermitteln, wie aber auch eine verschiedenartige Kombination dieser drei Elemente stattfinden kann. — Ich habe gezeigt, wie sowol das Großzehengelenk, als das Fußgelenk und das Kniegelenk Mittelpunkt des vertikalen Bogens und seiner einzelnen Teile sein können. — In Bezug auf das Strecken des stemmenden Beins habe ich gezeigt, wie dabei Dorsalflexion der Metatarso-Phalangal-Gelenke, Beugung oder Streckung des Fußgelenks und Beugung oder Streckung des Kniegelenks sich in verschiedenster Art kombiniren können. — Ich habe die steilere Beckenneigung im Augenblicke des Aufsetzens des ruhenden Fußes nachgewiesen und gezeigt, wie die sogenannte Pendelung des schwingenden Beins zum großen Teil nur eine Erscheinung der Aufrichtung des Beckens auf dem ruhenden Beine ist, — und wie diese Bewegung des Beckens eine Mitwirkung der Lendenmuskulatur in dem Schritte notwendig macht. — In Bezug auf die seitliche Aequilibrirung habe ich dargelegt, dass dieselbe zu Stande kommen kann durch die schiefe Richtung der gemeinsamen Axe der Metatarsusköpfchen, durch die schiefe Richtung der Axe des Fußgelenks, durch die Rotation in dem gebeugten Kniegelenk und durch Seitwärtsbeugung des Rumpfes in sich oder in dem Hüftgelenke. — Angesichts dieser großen Menge von einzelnen Elementen, welche sich je nach Laune oder Notwendigkeit in verschiedenster Weise und in verschiedenstem Grade mit einander kombiniren können (vgl. hierüber meine Statik und Mechanik) erscheint es als eine Unmöglichkeit einen Normal-Gang aufzustellen, und die tägliche Erfahrung lehrt uns auch, dass jeder seine eigene Kombination dieser Elemente (seinen eigenen Gang) hat, und dass selbst der militärische Normal- oder Ordonnanz-Schritt an den verschiedenen Orten verschieden geübt wird. — Ich musste deswegen darauf verzichten einen typischen Gang genauer zu beschreiben als dadurch, dass ich bemerkte: „die meisten Men schen pflegen diese oder jene Hülfsmittel im Gange anzuwenden"; und ich war um so mehr veranlasst, mich hierauf zu beschränken,

als der „natürliche Gang“ nirgends genauer definirt ist. Die Brüder Weber bezeichnen ihn S. 260 als denjenigen, bei welchem die ganze Fußsohle auf einmal aufgesetzt wird und S. 274 als denjenigen, bei dem man nicht auf seine Bewegungen achte; — Carlet begnügt sich, ihn dadurch zu bezeichnen, dass er sagt: „Tout le monde sait ce que c'est“, und Vierordt bezeichnet ihn gar nicht näher.

Mit dieser flüchtigen Skizze glaube ich den Standpunkt genügend gezeichnet zu haben, welchen ich in der vorliegenden Frage für den einzig möglichen halte, um die Gangbewegung, welche an dem einzelnen Individuum stets nur individuellen Charakter zeigt, so verstehen zu können, dass man damit auch zugleich die Entstehung aller größern und kleinern Varietäten abzuleiten vermag. Ich darf indessen doch wol noch an dem Beispiele einer hierher gehörigen Frage, welche eine sehr einfache ist, zeigen, wie der Standpunkt der Beobachtung eines oder mehrerer Individuen niemals im Stande sein kann, allgemein giltige Gesetze in abschließender Weise zu gewinnen. Die Frage nach der normalen Haltung der Wirbelsäule hat schon eine Anzahl von Forschern beschäftigt und es sind von diesen verschiedene Methoden für die Lösung der Aufgabe angewendet worden, namentlich die Messung an aufrecht stehenden Individuen; jedes Individuum zeigte aber eine andere Gestaltung der Wirbelsäule. Welche Haltung sollte nun als die „normale“ aufgefasst werden? Zur Beantwortung dieser Frage hätten nur sehr zahlreiche Messungen führen können, auf Grund welcher man dann die am häufigsten gefundene Haltung als die typische hätte hinstellen können; in Wirklichkeit hätte man aber damit nur die in dem Bezirke, in welchem die Messungen angestellt waren, verbreitetste kennen gelernt. Ein allgemeines Gesetz hatte aber auch die Individualität und in dem einzelnen Individuum verschiedene Nebenumstände in Rechnung zu bringen und kann demnach nicht ein absolut etwa in gewissen Zahlwerten ausgesprochenes sein; deswegen war meine Lösung der Frage die folgende: Eine zu allen Zeiten für alle Individuen typische oder normale Haltung der Wirbelsäule gibt es nicht, indem unter verschiedenen Verhältnissen die Haltung der Wirbelsäule auch bei demselben Individuum eine verschiedene nicht nur sein kann, sondern auch sein muss. Ich habe deswegen die Bewegungsmöglichkeiten der Wirbelsäule untersucht, — die beiden Grundprinzipien ermittelt, nach welchen die Wirbelsäule mehr rückwärts gebeugt oder mehr vorwärts gesenkt sich in Ruhelage befinden kann, — die gewöhnliche Haltung als eine Mittelform dieser beiden Ruhelagen erkannt, — und zuletzt die Gesetze aufgestellt, nach welchen sich in diese Mittelform einmal mehr von der Aeußerung des einen Prinzips einmengen muss und ein andermal mehr von derjenigen des andern. So war durch Beseitigung der schroffen Formulirung einer unrichtig gestellten Frage die Frage am genügendsten beantwortet.

Die großen Erfolge, welche die graphische Methode der Untersuchung in so vielen Teilen der Physiologie errungen hat, sind ohne Zweifel Ursache dafür geworden, dass Carlet auf Marey's Anregung den Gang mit Hülfe graphischer Apparate einer neuen Untersuchung unterwarf. Veröffentlicht sind dieselben unter dem Titel: Essai experimental sur la locomotion humaine, étude de la marche, in den Annales des sciences naturelles. V. Série. Zoologie 1872, auch auszugsweise in Marey, La machine animale. Paris, Germer Baillière 1873.

Der graphische Apparat, dessen sich Carlet bediente, ist der bekannte Cylinder, dessen geschwärzte Oberfläche von zeichnenden Nadeln berührt wird. Die Nadeln werden durch eine Feder so festgehalten, dass ihre Spitzen in der Rühe den Cylinder nicht berühren; sie werden aber mit dem Cylinder in Berührung gebracht durch eine Vorrichtung, wie sie bei den sogenannten pneumatischen Telegraphen gefunden wird; ein lufterfüllter Kautschukschlauch steht an dem einen Ende mit dem Träger der Nadeln in Verbindung, an dem andern Ende ist er zu einem rundlichen Hohlball ausgedehnt; der Beobachter nimmt diesen letztern in die Hand: drückt er ihn zusammen so treten Nadelspitzen mit dem Cylinder in Berührung; lässt er den Druck nach, so werden sie durch ihre Federn wieder von dem Cylinder entfernt. Durch dieselbe Art von Leitung werden auch die einzelnen Nadeln für den Zweck des Anschreibens auf und ab bewegt; die Bälle, deren Kompression die Aufwärtsbewegung bedingt, sind eingeschlossen in der Sohle der Schuhe, welche besonders für diesen Zweck gebaut sind, und zwar liegt ein Ball in dem vordern Ende und einer in dem hintern Ende jeder Sohle; als fünfter Erreger für die Nadeln dient ein Stäbchen, welches mit dem einen Ende an die *regio pubis* angedrückt wird; das freie Ende des Stäbchens ist mit einem Apparat in Verbindung, welcher die Schwankungen der *regio pubis* in horizontale und vertikale Komponenten zerlegt, die einzeln auf dem Cylinder aufgetragen werden, indem der Zerlegungsapparat jede der beiden Komponenten als Druck auf einen besondern Hohlball überträgt.

(Schluss folgt.)

A. Kossel, Untersuchungen über die Nucleïne und ihre Spaltungsprodukte.

Strassburg, K. J. Trübner, 1881. 19 S.

Als Nucleïne bezeichnet man eine Reihe von Tier- und Pflanzenstoffen, die durch mancherlei übereinstimmende Reaktionen ihre Zusammengehörigkeit bekunden. Wenn man Miescher — wie das auch Kossel tut — allgemein als den Entdecker der Nucleïne hinstellt, so ist das nur bedingungsweise richtig. Allerdings rührt die Bezeich-

nung Nucleïn von ihm her, auch hat er zuerst auf die Beziehungen der Nucleïne zum Zellkern hingewiesen, sowie durch methodische Untersuchungen unserm chemischen Wissen von den erwähnten Substanzen eine erste Grundlage gegeben. Dennoch aber müssen wir Meißner als denjenigen bezeichnen, der zuerst Nucleïn als eigentümlichen Körper anerkannt und in größern Mengen dargestellt hat, denn die von ihm als Dyspepton bezeichnete Substanz muss nach unsern heutigen Kenntnissen als Nucleïn angesprochen werden.

Die Erkenntniss, dass die Nucleïne hervorragende Bestandteile des Zellkerns der farblosen Blutkörperchen und ähnlicher Gebilde sowie des Samens seien, war dazu angetan, diesen Substanzen eine wichtige physiologische Rolle zuzuschreiben, und besonders ist man geneigt gewesen, sie mit dem Vorgang der Zellteilung in unmittelbarste Beziehung zu bringen. Wenn man sich aber der Ansicht hinneigte, dass man den Zellkern geradezu an dem Nucleïn erkennen könne, so war dieses nur so lange berechtigt, bis der Nachweis des Nucleïns auch in kernlosen Zellen geglückt war. Wie weit die als Nucleïne bezeichneten Substanzen in physiologischer Hinsicht tatsächlich zusammengehören, ist noch völlig dunkel.

Doch auch die chemische Zusammengehörigkeit ist nur mangelhaft sichergestellt; man macht für sie hauptsächlich den erheblichen Phosphorsäuregehalt und das Verhalten den Lösungsmitteln und Verdauungssäften gegenüber geltend. Die kleine Schrift Kossel's bezeichnet insofern einen Fortschritt, als sie durch das Studium der Spaltungsprodukte unser chemisches Wissen von den Nucleïnen erweitert.

Das nächste Augenmerk wurde auf eiweißartige Spaltungsprodukte der Nucleïne gerichtet, deren Auftreten von Miescher zunächst gelehrt, dann aber widerrufen und schließlich von Lubavin auf's Neue behauptet war. Die Gewissheit, dass zu den einschlägigen Untersuchungen reine Präparate benutzt wurden, glaubt Kossel durch eine annähernde Constanz in dem Phosphorgehalt derselben erlangt zu haben. Wie weit dieser Schluss gerechtfertigt ist, ergibt sich aus der Mitteilung, dass fünf Präparate von Nucleïn der Hefe einen zwischen 3,28 und 3,98 % gelegenen Phosphorgehalt aufwiesen, während eins einen solchen von 6,19 % besaß. Aus diesen Präparaten konnten nun durch Zersetzung mit siedendem Wasser beträchtliche Mengen einer peptonartigen Substanz abgespalten werden, die in ihrer Zusammensetzung den Eiweißkörpern nahe stand (C 54,76; H 7,11; N 14,25; S 0,90). Selbige konnte wol deshalb den Präparaten nicht mechanisch beigemengt sein, weil sie durch Auswaschen mit verdünnter Salzsäure nicht zu entfernen war; es wird vielmehr wahrscheinlich, dass das Nucleïn der Hefe eine chemische Verbindung dieses eiweißartigen Atomcomplexes mit dem phosphorhaltigen Körper darstellt. Zu ähnlichen Schlüssen führten die Untersuchungen des Eiters

sowie der von Plosz als Nucleïn erkannten Kernsubstanz aus den roten Blutkörperchen des Gänsebluts.

Als weitere Spaltungsprodukte des Nucleïns fanden sich Amidosäuren vor, und zwar Leucin und Tyrosin, letzteres durch die Hoffmann'sche und Piria-Städeler'sche Reaktion mit Sicherheit erkannt.

Sodann ermittelte Kossel, dass aus dem Nucleïn des Eiters, des Gänsebluts und der Hefe eine ziemlich beträchtliche Menge von Hypoxanthin hervorgehen kann. Auch dieser Körper ist dem Nucleïn nicht beigemengt, sondern muss als ein Spaltungsprodukt angesehen werden, ein Spaltungsprodukt freilich, welches nicht allen Nucleïnen zukommt, da es z. B. dem aus dem Kaseïn der Kuhmilch dargestellten Nucleïn fehlt. Kossel vermutet, dass das Hypoxanthin, welches in fast allen Organen des Tiers in geringer Menge nachgewiesen werden konnte, in den Geweben nicht allein im freien, sondern auch im gebundenen Zustand vorkommt. Bringt man nämlich Organe unter Bedingungen, welche eine Zersetzung des Nucleïns herbeiführen, so liefern diese eine bedeutend größere Quantität Hypoxanthin als im freien Zustand extrahirte Organe. Durch eine derartige postmortale Bildung von Hypoxanthin sei das wirkliche Auftreten dieses Körpers im leukaemischen Blut zu erklären.

Schmidt-Mülheim (Proskau).

Rindfleisch, Tuberkulose.

Virchow's Archiv Bd. 85, Heft 1. S. 71.

Zu einer der brennendsten Fragen, welche die Pathologie unserer Tage beschäftigen, gibt in der vorliegenden Abhandlung R. sein gewichtiges Votum ab. An der Lehre von der Tuberkulose haben schon viele Generationen gearbeitet; entscheidende Wendepunkte in der Erkenntniss derselben stellen die Arbeiten von Virchow, Buhl und Cohnheim dar. Letzterer ist in neuerer Zeit in seiner berühmten Rede dazu gelangt die Tuberkulose entschieden als eine Infektionskrankheit zu proklamiren. Er kommt damit einer in der modernen Medizin herrschenden Tendenz entgegen; wir halten es für einen reichlichen Gewinn, wenn es uns gelingt eine Krankheit als infektiös zu erkennen. Denn mit dieser ätiologischen Erkenntniss ist uns die Möglichkeit eröffnet, durch weitere Forschungen auch das Inficiens zu finden und damit dem Verständniss und event. der radikalen Bekämpfung der Krankheit bedeutend näher zu kommen, als es uns möglich ist, so lange wir bezüglich der Aetiologie im Unklaren sind.

R. schließt sich der Lehre von der infektiösen Natur der Tuberkulose unbedingt an. Die Resultate der Impfungen und Fütterungen mit tuberkulösem Material, der Einatmung zerstäubter tuberkulöser

Sputa sind für ihn beweisend. Auffällig ist nur die Seltenheit der Uebertragung der Tuberkulose von Mensch auf Mensch. Um diese zu erklären hat nun R. folgende Theorie aufgestellt: das Tuberkelgift, „dessen Entstehung der Darwinismus vielleicht bis in die Vorgeschichte der Menschheit zurückdatiren möchte", war anfangs jedenfalls ebenso infektiös, vielleicht noch infektiöser als heute das Syphilisgift ist. Zugleich besaß es und besitzt es noch in hervorragendem Maße die Fähigkeit, durch Vererbung auf die Descendenten überzugehen. Im Lauf der Jahrtausende ist nun die ganze Menschheit tuberkulös durchseucht worden. Dadurch ist einerseits das Gift diluirt worden, andrerseits hat die Gesammtheit auf diese Weise durch eine Art natürlicher Impfung eine gewisse Immunität gegen die tuberkulöse Ansteckung von außen her erlangt. Das Mittel zur Behauptung dieser Immunität gegenüber den Angriffen des allverbreiteten Gifts, über dessen Natur sich R. übrigens nicht äußert, besteht in guter Ernährung und reichlicher Blutbildung. Wo diese aus irgend einem Grunde fehlt, kann die Infektion wieder haften und ein bis dahin scheinbar gesunder Mensch tuberkulös werden. Das äußert sich dann in dem eigentümlichen Verlauf, den gewisse durch mäßige Reize entstandene Entzündungsprocesse nehmen und in der massenhaften Neubildung tuberkulösen Gifts in den käsigen Produkten dieser Entzündungsprocesse. Die so geschaffene neue Giftablagerung bedingt wiederum die Gefahr der allgemeinen Selbstinfektion für das Individuum und ist durch Vererbung auf die Kinder übertragbar, die mithin die denkbar schlechtesten Existenzbedingungen mit auf die Welt bringen, „Tuberkulöse sollten gar nicht oder höchstens solche Gatten heiraten dürfen, die durch eine ganz exquisite Ernährung und Blutreichtum einige Aussicht böten, dass die Sprösslinge zum Gift auch das nötige Gegengift mitbekommen würden."

Man sieht, es ist eine eigene Art von Infektionskrankheiten, die R. sich hier construirt. Inficirt ist durch Vererbung von undenklichen Zeiten her die ganze Menschheit; aber auch jetzt noch ist das inficirende Gift in der Außenwelt allverbreitet. Der menschliche Organismus, in einen beständigen Kampf nach innen und außen verwickelt, hat sich der Infektion „angepasst", d. h. die kräftigen, gut ernährten Naturen siegen in diesem Kampf, die schwächlichen unterliegen. Was vererbt wird ist das tuberkulöse Gift als solches, nicht, wie man früher annahm, die Disposition, d. h. gewisse anatomische und physiologische Abnormitäten, die den Eintritt der Erkrankung begünstigen. Die Vererbungslehre ist damit theoretisch auf den Kopf gestellt; praktisch ist das Resultat dasselbe. Denn ob die Individuen zu Grunde gehen, weil sie gegen das angeborene Virus nicht die nötige Widerstandsfähigkeit besitzen; oder ob sie inficirt werden, weil ihre ungünstigen Ernährungsbedingungen sie zur Aufnahme des Gifts besonders disponiren, — die Opfer bleiben dieselben, die unglücklichen

Träger des von Alters her so benannten *Habitus phthisicus*. R. glaubt, dass seine Theorie am besten den Erfahrungen der Praxis entspricht; die weitere Discussion seiner bedeutsamen Arbeit wird es zeigen, ob die Mehrzahl der kompetenten Fachmänner seiner Ansicht ist. Ref. kann sich der Meinung nicht verschließen, dass die Theorie einerseits eine Anzahl ziemlich komplicirter Voraussetzungen erheischt, andrerseits doch nicht geeignet ist, die auf dem Gebiet der Tuberkulosenlehre vorhandenen Dunkelheiten aufzuklären. Eine Kritik der Theorie vom Standpunkt des Historikers aus würde vielleicht die richtige Würdigung derselben erleichtern; es würde sich darum handeln festzustellen, welchen Verlauf die Krankheit innerhalb der uns bekannten Zeitläufe in Bezug auf die Intensität und Extensität genommen hat. Die von Jahrhundert zu Jahrhundert wechselnden Lebensbedingungen der Menschheit würden einer solchen Untersuchung allerdings bedeutende Schwierigkeiten in den Weg legen, immerhin aber müsste sich beim Ueberblick über möglichst lange Zeiträume für eine Anpassung der Menschheit an die Krankheit in der Geschichte eine Stütze finden lassen. R. zieht als Analogon einer „inveterirten Infektionskrankheit“ den Aussatz heran. Ohne auf eine Diskussion dieser Parallelisirung einzugehen muss man einräumen, dass er hier in der historischen Entwicklung der Krankheit eine Stütze seiner Ansicht findet. Dass aber eine historische Untersuchung über Tuberkulose ein ähnliches Resultat ergeben werde, erscheint mehr als zweifelhaft.

In dem zweiten, räumlich ausgedehntern Teil seiner Abhandlung legt R. seine Anschauungen über „tuberkulöse Entzündung“ dar. In dem Rahmen derselben unterscheidet er vier verschiedene Formen:

1) Die disseminirte Miliartuberkulose, bei welcher in den meisten Organen des Körpers miliare und submiliare Knötchen auftreten. Sie ist die typische Eruptionsform der infektiösen Allgemeinerkrankung, ähnlich der Pockeneffloreszenz bei Variola.

2) Fast unmerklich in erstere übergehend die mehr lokalisirte Miliartuberkulose, wo ein einzelnes Organ der Hauptsitz der Eruption und einer daran sich anschließenden Entzündung ist, während die übrigen Organe nur verhältnissmäßig wenig miterkrankt sind.

3) Lokalisirte Miliartuberkulose, wo sich um eine entzündliche Stelle eines Organs in weiterm und engerm, ja engsten Umkreis Miliartuberkeln vorfinden, bis dieselben in die Zusammensetzung des Entzündungsheerdes selbst eingehen, event, die Hauptmasse des ganzen Infiltrats bilden. Eigentliche *Phthisis tuberculosa*.

4) Entzündungsprocesse, namentlich Verschwärungen, von schleppendem Verlauf mit einer unverkennbaren Neigung zu zeitweisem Stillstand oder gänzlicher Ausheilung, mit geringer oder gar keiner örtlichen Entwicklung von Miliartuberkeln, dagegen fast ausnahmlos mit Lymphdrüsentuberkulose verbunden. Chronisch-käsige und skrophulöse Entzündungen.

Die Auseinandersetzungen R.'s über die Entstehung und die histologischen Eigentümlichkeiten einer jeden dieser Entzündungsformen erscheinen, so wichtig und interessant sie sind, nicht geeignet zur Mitteilung und Besprechung in diesem Blatt. Der erste theoretische Teil der Abhandlung ist es, der die Aufmerksamkeit aller für Biologie sich interessirenden Kreise angesichts der Wichtigkeit des Gegenstands, der Originalität der vorgebrachten Anschauungen und der Persönlichkeit des Verfassers in hohem Grad zu fesseln berufen ist.

Kempner (Berlin).

Paul Grawitz, Ueber Schimmelvegetationen im tierischen Organismus.

Virchow's Archiv Bd. 81, S. 355—376, 1880.

Derselbe, Experimentelles zur Infectionsfrage.

Berliner klinische Wochenschrift 1881, Nr. 14.

Hans Buchner, Ueber die Wirkungen der Spaltpilze im lebenden Körper.

Aerztliches Intelligenzblatt. München 1880, Nr. 12—14. Ferner Habilitationsschrift. München 1880.

Bekanntlich ist in neuerer Zeit für eine immer größer werdende Reihe von Krankheiten (Infektionskrankheiten) erwiesen worden, dass sie durch niedere Organismen, die zur Klasse der Spaltpilze gehören, hervorgerufen werden. In diesen Krankheiten siedeln sich die Pilze im Blute oder in einzelnen Organen, resp. Organteilen an, vermehren sich daselbst und inficiren den Organismus durch die unter der Wechselwirkung zwischen den Pilzen und ihrem lebendigen Nährmaterial entstehenden Zersetzungsprodukte. Im weitern Verlaufe geht hiebei der Organismus zu Grunde, oder aber es erlischt, vielleicht durch Bildung von antiseptischen Zersetzungsprodukten, die Vermehrungsfähigkeit der Pilze, oder es werden durch irgend eine vitale Reaktion die Pilze in ihrer Ernährung beeinträchtigt und ausgeschieden.

Ziemlich allgemein hatte man die Rolle der Pilze als Krankheitserreger sich so vorgestellt, dass bestimmten Formen die specifische Dignität, bestimmte Krankheiten hervorzurufen, unwandelbar innewohne. Dass aus dem Milzbrand-*Bacillus* je etwas anderes werden könne, war man ebenso entfernt zu vermuten, als dass aus indifferenten Bakterien oder aus Schimmelpilzen pathogene Formen entstehen oder künstlich gezüchtet werden könnten.

Nägeli hat in seinem bekannten Buche (Die niedern Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankheiten und zur öffentlichen

Gesundheitspflege) zuerst mit Bestimmtheit an der Specifität der Krankheitserreger Zweifel geäußert; er glaubt, dass aus Infektionspilzen unter bestimmten äußern Verhältnissen indifferente Spaltpilze, aus letztern unter Umständen pathogene Formen entstehen, dass allgemeiner die Beschaffenheit und physiologische Wirksamkeit der Pilze nicht unabänderlich sind, sondern je nach der physikalischen und chemischen Qualität ihres Nährbodens variiren.

In neuerer Zeit haben nun mehrere unabhängig von einander geführte Untersuchungen den Nachweis erbracht, dass gewisse niedere Organismen, welche beständig in unserer Umgebung verbreitet sind und gegenüber der menschlichen und tierischen Gesundheit indifferent sich verhalten, durch künstliche Züchtung in Varietäten verwandelt werden können, welche morphologisch anscheinend mit den erstern mehr oder weniger vollkommen übereinstimmen, physiologisch aber dadurch sich unterscheiden, dass sie zu den bösartigsten krankheitserzeugenden Pilzen zu rechnen sind.

Sehr bemerkenswert waren bereits die Resultate der Züchtungsversuche, welche P. Grawitz (Virchow's Archiv 70, 515) an den verhältnismäßig reich organisirten Schimmelpilzen anstellte und zwar an den Dermatophyten, die als Ursache gewisser Hautkrankheiten (*Favus, Herpes, Pityriasis*) seit längerer Zeit bekannt sind. Kulturen derselben ergaben von vornherein grosse Uebereinstimmung ihrer Formen unter einander als auch mit dem gewöhnlichen Milchschimmel (*Oidium lactis*); doch zeigten sich deutliche Größenunterschiede an Fäden und Sporen. Als aber die verschiedenen Arten in Fleischextraktlösungen mit Gelatine längere Zeit gezüchtet waren, verschwanden diese Differenzen, und Impfungen mit diesen cultivirten Pilzen ergaben zuletzt ganz gleichmäßig schwache Herpes-Erkrankungen, gleichgiltig ob die Kultur von einer *Herpes-*, *Favus-*, *Pityriasis-* oder *Oidium lactis*-Aussaat genommen war.

Derselbe Autor hat nun in einer weitern Arbeit gezeigt, dass man gewöhnliche Schimmelpilze (*Penicillium* und *Eurotium glaucum*), die als Prototypen der Verwesungsschmarotzer zu betrachten sind, durch geeignete Züchtung in Krankheitserreger verwandeln könne. Von Haus aus sind sie letzteres nicht. Man kann die Sporen der genannten Saprophyten in die Blutbahn von Tieren einführen, ohne diesen einen Schaden zuzufügen. Um sie in pathogene Varietäten zu verwandeln, ist es nötig, sie durch künstliche, durch mehrere Generationen fortgesetzte Züchtung an die äußern Bedingungen, welche im tierischen Körper bestehen, anzupassen. Für gewöhnlich vegetiren die Schimmelpilze auf säuerlichen, festen Substraten bei einer verhältnissmäßig niedrigen Temperatur; sie sollten also nach einander an ein flüssiges, alkalisches, 39° C. warmes Nährmittel accommodirt und zugleich eine solche Schnelligkeit ihrer Keimung erzielt werden, dass sie mit den anfangs sehr stark wuchernden Fäulnisspilzen den Kampf

ums Dasein siegreich bestehen konnten. Der Verf. sät beliebige Schimmelpilze auf angefeuchtetes Brot aus bei 38—40° C.; die Sporen weiter auf dünnern Brotbrei. Nach einigen Tagen werden die Pilze auf einer schwach sauren Peptonlösung gezüchtet und allmählich immer weniger saure, zuletzt alkalische Lösungen angewandt. Die Pilze werden immer widerstandsfähiger gegen Fäulnisbakterien, selbst wenn man zuletzt frisches Tierblut als Nährsubstrat wählt. Das Blut bleibt dann trotz der hohen Temperatur ganz geruchlos und wird überall von einem Mycelium der Fadenpilze durchwachsen, das keine Bakterienkeime aufkommen lässt. Die so gezüchteten Pilze sind an Form, Größe und Fructification von der ersten Aussaat nicht verschieden; in das Blut von Tieren aber injicirt, töten sie Kaninchen nach ca. 80, Hunde nach ca. 100 Stunden, nachdem zunächst auf die Injektion ein symptomloses Incubationsstadium von 48 Stunden gefolgt ist. Sie bewirken den Tod dadurch, dass ihre Sporen in der Blutbahn keimen, in die verschiedenen Körpergewebe übertreten, in ihnen wuchern und durch die kolossale Vielheit der einzelnen Erkrankungsherde lebenswichtige Organe lähmen. In leichtern, mehr protahirten Fällen tritt an jedem einzelnen der zahllosen Pilzherde durch vitale Reaktion eine Entzündung ein, welche die Hyphen zum Absterben bringt und zur Heilung führen kann.

Spätere Untersuchungen desselben Forschers lehrten, dass die pathogene Kraft der Schimmelpilze allmählich im Verlaufe der zum Zwecke der Anpassung vorgenommenen Kulturen sich ausbildet und anwächst. Während die Injektion des gewöhnlichen Brotschimmels keine organische Läsion zur Folge hat, bewirken die Pilze, falls sie an höhere Temperaturen bereits angepasst sind, zwar auch noch keine erhebliche Gesundheitsstörung, doch in Nieren und Leber entzündliche Veränderungen; aber selbst die durch weiter kultivirte Pilze erzeugten bedeutendern Läsionen können sich wieder ausgleichen; die zur höchsten Stufe der Anpassung geführten Kulturen sind nach geeigneter Injektion tötliche Gifte. Aber die Züchtungen lassen sich in der angegebenen Weise nicht in beliebiger Dauer fortsetzen; nach einer Reihe von Generationen entarten die Pilze; ihre Malignität schwächt sich langsam ab und erlischt endlich vollkommen.

Im tierischen Körper sind nicht alle Organe von der gleichen Widerstandskraft gegen die Wucherungen der Pilzsporen. Die Versuche lehren, dass Nieren und Leber die geringste, Muskeln, Herz, Darmschleimhaut größere, Milz, Knochenmark, Lymphdrüsen noch bedeutendere Resistenz besitzen; durch die größte Energie in diesem Kampfe gegen die Concurrenz sind die Lunge und das Gehirn ausgezeichnet.

War so an relativ hoch organisirten Fadenpilzen bewiesen, dass eine und dieselbe Art als indifferentes Saprophyt vegetiren und als pathogener Parasit lebende tierische Organe zerstören kann, so ist

gleichzeitig von Hans Buchner der Nachweis geführt worden, dass die Milzbrand erzeugenden Spaltpilze durch geeignete Kulturen in indifferente Heubakterien; letztere, wie sie überall am Wiesenheu natürlich vorkommen, in Milzbrand-Bakterien umgezüchtet werden können.

Dies ist der Gang der Buchner'schen Untersuchung:

Entnimmt man einem an Milzbrand erkrankten Tiere Blut oder Milzteilchen und injicirt diese einem andern geeigneten Tiere, so ist wiederum Milzbrand die Folge. Es entsteht nun die Frage, ob die im Blute, der Milz enthaltenen Bakterien an sich als Krankheitsüberträger angesehen werden müssen, oder ob ihnen vielleicht ein gelöster chemischer Stoff anhaftet, welcher nur im kranken Tiere gebildet wird und den Pilzen erst die specifisch-pathogene Wirksamkeit verleiht. Um die Bakterien von allen anhaftenden Stoffen zu befreien, übertrug B. die dem kranken Tiere entstammende Substanz in eine pilzfreie eiweißhaltige Flüssigkeit, entnahm daraus, nachdem die Pilze sich vermehrt, eine geringe Menge, die wiederum in Eiweißlösung gezüchtet wurde u. s. f. Hiebei ergab sich, dass noch mit den nach der 36. Uebertragung kultivirten Pilzen Milzbrand erzeugt werden könne, und es wurde demgemäß die Gewissheit erhalten, dass in der Tat diese Bakterien an und für sich als ausreichende Ursache der specifischen Erkrankung betrachtet werden müssen. — Zugleich aber beobachtete man eine allmähliche Abnahme der infectiösen Kraft der gezüchteten Pilze, welche sich nach immer fortgesetzten Umzüchtungen ganz verlor. Zuletzt waren die Bakterien in der Form, im chemischen Verhalten und in der Wachstumsart von den Heubacillen nicht mehr zu unterscheiden.

Die gewöhnlichen Heubacillen sind ohne pathogene Kraft. B. züchtete sie in Eiereiweiß; dann in frischem arteriellem Blute; hierin vermehren sie sich schneller als Fäulnisspilze. Durch weitere Uebertragungen geringer Mengen in stets neue Blutportionen werden eigentümliche Veränderungen im chemischen Verhalten und in der Wachstumsart der Bacillen bewirkt, welche sie den ächten Milzbrandpilzen ähnlich machen. Wurden die so veränderten Pilze in die Blutbahn von Kaninchen eingeführt, so entstand nach einem Latenzstadium von 4—6 Tagen eklatanter Milzbrand. In den Organen fanden sich dann echte Milzbrandpilze, die, in geringster Menge andern Tieren eingeimpft, stets tötlichen Milzbrand hervorriefen.

S. Wolffberg (Bonn).

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**
Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal
Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **31. Oktober 1881.** **Nr. 14.**

Inhalt: **Berthold**, Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen (Schluss). — **Sluiter,** Ueber einige neue Holothurien von der Westküste Java's. — **Mac Leod**, Bericht über die zoologische Literatur Belgiens. — **Schwalbe,** Lehrbuch der Neurologie. — **v. Meyer**, Die Mechanik des menschlichen Ganges (Schluss). — **Baginski**, Die Funktion der Bogengänge des Ohrlabyrinths. — **Wernich,** Grundriss der Desinfektion zum praktischen Gebrauch auf kritischer und experimenteller Grundlage bearbeitet. — **Bolau,** Ueber die Paarung und Fortpflanzung der Scylliumarten.

Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen.

Von

Dr. G. Berthold in Göttingen.

(Schluss.)

Die Deutung der Fälle, wo zwei Zellen gemeinsam zur Auxosporenbildung schreiten, ohne materielle Vereinigung, muss dagegen vorläufig noch zweifelhaft bleiben. Pfitzer hält einen gegenseitigen Austausch gelöster Substanzen für wahrscheinlich, Schmitz glaubt dagegen (l. c. p. 17), dass auch nur eine rein dynamische Einwirkung beider Zellen aufeinander stattfinden könne. Wenn nun auch diese Vorstellung keineswegs unmittelbar von der Hand zu weisen ist, so würde ihr doch vorläufig jede Analogie mangeln, da auch für die Phanerogamen jetzt von Strasburger nachgewiesen ist, dass die Befruchtung in der substantiellen Vereinigung der Geschlechtszellen beruht. Strasburger (Befr. und Zellt. p. 82) glaubt in diesem Falle auf einen geschlechtlichen Rückbildungsprocess schließen zu dürfen, der sich der Parthenogenesis nähere. Ob aber nicht auch, wie bei *Ectocarpus siliculosus*, in vielen Fällen noch nicht scharf entwickelte sexuelle Differenzirung, welche zwar zur Anziehung aber nicht zur Copulation zu führen vermag, der Grund der beobachteten Tatsachen ist, mag dahingestellt bleiben. Es muss sehr auffallen,

dass die vorliegenden Beobachtungen gerade in Betreff dieser Modification so widersprechend sind und dass, wie Schmitz angibt, oft die eine Zelle des Paars sich regelmäßig zur Auxospore entwickelt, während die andere noch in der alten Zellhülle abstirbt. Diese Angaben weisen auf Ungleichmäßigkeiten in der Natur der beiden Zellen hin, welche leicht in verschiedenen Graden der sexuellen Differenzirung beruhen könnten und welche ja auch bei *Ectocarpus* mit dem allmählichen Verlust der Entwicklungsfähigkeit verknüpft sind. Die Annahme eines Uebertritts gelöster Stoffe, wie Pfitzer will, oder einer rein dynamischen Einwirkung, wie Schmitz glaubt, würde dadurch unnötig.

Es erübrigt uns noch die nähere Betrachtung der Gruppe der Florideen, über deren ganz eigenartige Befruchtungsvorgänge die Auffassungen noch geteilt sind, obwol die morphologische Seite als ziemlich genau bekannt gelten kann.

Der Vorgang der Befruchtung bei diesen Algen wurde entdeckt im Jahre 1867 von Bornet und Thuret, denen wir auch ausgedehnte Untersuchungen über den Bau des weiblichen Organs und die Entwicklung der Frucht, des Cystocarps, bei einer großen Zahl von Formen verdanken (Ann. d. Sc. nat., 1867. 5. Sér. T. VII. und Notes Algologiques).

Wir wählen als Beispiel die Süßwasserfloridee *Batrachospermum moniliforme*, deren Fruchtentwicklung Graf Solms-Laubach (Bot. Zeitung 1867) genau untersucht hat. Der weibliche Apparat besteht aus der Endzelle eines der peripherischen Fäden, welche eine eigentümliche Form angenommen hat; der längere obere, etwas keulenförmig angeschwollene Teil steht mit einem kurzen etwas bauchigen untern durch eine sehr enge Zone in Verbindung. Der obere Teil ist das Trichogynehaar, der untere die Trichogynezelle, die schmale Zone wird Isthmus genannt. Nach der Verschmelzung des Spermatozoids mit dem Trichogynehaar tritt nach Auflösung der Trennungswand der Inhalt desselben in das Haar hinüber. Dann bildet sich in der befruchteten Zelle am Isthmus eine Scheidewand und nun sprossen aus der Trichogynezelle zahlreiche sich reich verzweigende kurzgliedrige Aeste, deren Endzellen zu Fortpflanzungszellen sich umbilden und später frei werden. Das Trichogynehaar stirbt nach dem Auftreten der Scheidewand bald ab, es dient nur als Empfängnissorgan. Nur bei den Bangiaceen, bei welchen ein Trichogynehaar gar nicht oder nur rudimentär entwickelt ist, geht nach den Untersuchungen des Verfassers (Mitt. der zool. Station zu Neapel Bd. II, 1.) der ganze Inhalt der weiblichen Zelle durch einfache Teilung in mehrere Fortpflanzungszellen über.

Gewöhnlich besteht aber der Trichophorapparat aus mehrern Zellen und einer Haarzelle. Nach der Befruchtung wachsen aber nur eine oder wenige — die sog. carpogenen Zellen — aus und erzeugen

Fortpflanzungszellen. Die Masse des Spermatozoids muss deshalb eine oder sogar mehrere Zellwände durchwandern, um die befruchtende Wirkung ausüben zu können. Ob diese Wanderung sichtbar zu verfolgen ist und welche inneren Vorgänge dabei stattfinden, ist jedoch noch nicht näher untersucht. Sehr merkwürdig ist nun die von Thuret entdeckte Tatsache, dass bei den Gattungen *Dudresnaya* und *Polyides* zweierlei örtlich getrennte Apparate vorhanden sind, von denen die einen die Empfängniss besorgen, die andern aber erst die Fortpflanzungskörper bilden. Beide Apparate sind durch lange, nach der Befruchtung von dem Empfängnissapparat gebildete, Schläuche verbunden, welche die Uebertragung des befruchtenden Stoffs besorgen. Nach Schmitz (Bonner Sitzungsber. 4. Aug. 1879) findet sich dieser Befruchtungsvorgang auch bei der ganzen Gruppe der Squamarieen, Nach Graf Solms (Die Corallineen des Golfs von Neapel 1881) auch bei den Corallineen, aber mit in interessanter Weise vereinfachter Modificirung. Die Procarpien drängen sich hier in flaschenförmigen Fruchtständen zusammen, deren Boden sie dicht bedecken. Die Trichogynehaare ragen aus der Oeffnung der Hülle hervor und werden von den Spermatozoiden befruchtet. Hierauf verschmelzen die carpogenen Zellen aller überhaupt vorhandenen Procarpe zu einem großen Kuchen, aber nur die peripherischen Procarpien erzeugen die Sporen, die centralen bleiben steril. Da die der Peripherie benachbarten Procarpien Trichogynehaare nicht erzeugen, so fungiren die centralen als Empfängnissapparate, die peripherischen allein als fruchtbildende. Der vorliegende Fall erlaubt den sichern Schluss, dass Empfängnissapparate und fruchtbildende Procarpien aus dem normalen Procarp durch Verarmung nach zwei verschiedenen Richtungen hin hervorgegangen sind.

Ueber die Auffassung der vorstehenden Befruchtungsvorgänge bei den Florideen sind die Ansichten geteilt. Bei allen früher behandelten Gruppen, waren die bei der Befruchtung verschmelzenden sexuellen Elemente sicher als einfache Primordialzellen zu erkennen. Bei den Florideen ist zwar das Spermatozoid ebenfalls eine einfache Zelle, der aufnehmende Teil besteht aber nur bei den Nemalieen (*Batrachospermum*, *Nemalion*) und Bangiaceen aus einer Zelle, welche als Eizelle aufgefasst werden könnte. In den übrigen Fällen finden wir schon vor der Befruchtung mehrere Zellen, die Haarzelle, die carpogenen und eine Anzahl steril bleibender Zellen. Müssen wir nun diesen ganzen Complex von Zellen dem Ei in den übrigen Gruppen vergleichen? Nach der einen bis vor wenigen Jahren allgemein giltigen Anschauung, welche besonders von Sachs (Lehrbuch d. Bot.), A. Braun (Berl. Monatsber. 1875) und Celakowski (Sitzungsber. d. böhm. Ges. der Wissensch. 1874) vertreten wurde, ist der Trichophorapparat allerdings so aufzufassen. Derselbe keimt nach der Befruchtung direkt aus und erzeugt auf kürzerm oder längerm Wege die un-

geschlechtlichen Sporen des Cystocarps, in ähnlicher Weise, wie aus dem befruchteten Ei von *Coleochaete* nach der Ruheperiode eine Anzahl neutraler Schwärmer hervorgehen, oder wie das befruchtete Ei der Moose das Sporogonium mit seinen neutralen Sporen producirt.

Gegen diese Auffassung erhob sich vor wenigen Jahren Pringsheim's gewichtige Stimme (Jahrbücher f. wiss. Bot. Bd. XI). Derselbe betrachtet, hauptsächlich gestützt auf die Erscheinungen des Generationswechsels in der Pflanzenwelt, den Trichophorapparat bei der Befruchtung nicht als das entwickelte weibliche Organ, sondern nur als das Primordium desselben. Es wird schon im jugendlichen Zustand befruchtet, wenn das Ei noch gar nicht ausgebildet ist. Dieses entsteht erst in Folge des Befruchtungsreizes. Die carpogenen Zellen werden durch denselben zu weiterer Entwicklung angeregt, sie erzeugen die Kapselsporen, welche nach Pringsheim die Befruchtung mittelbar empfangen und die wahren Eier der Florideen sind.

Nach beiden Anschauungen muss eine mittelbare Uebertragung des befruchtenden Stoffs angenommen werden und ebenso eine Verteilung desselben auf mehrere Zellen, wie ja die Beispiele von *Dudresnaya* und *Polyides* unwiderleglich beweisen, nach der Pringsheim'schen Auffassung würde diese Uebertragung nur viel weiter gehen.

Da beide Auffassungen nur auf der verschiedenen Auffassungsweise derselben Tatsachen beruhen, so wird die Entscheidung immer verschieden ausfallen, je nachdem man dem einen oder dem andern Umstand größeres Gewicht beilegt. Die Tatsachen des Generationswechsels bei den Thallophyten sprechen mehr zu Gunsten der Ansicht von Pringsheim; wir müssen jedoch verzichten an dieser Stelle näher darauf einzugehen, da sich die betreffenden Verhältnisse ohne große Weitläufigkeit nicht würden klarlegen lassen.

Tatsächlich verschmilzt, wie die Bangiaceen zeigen, die Substanz des Spermatozoids unmittelbar mit der Procarpzelle, aus welcher dann erst durch einfache Teilung die befruchteten Eier nach Pringsheim hervorgehen. Anscheinend ist also die Sachlage genau dieselbe wie bei *Coleochaete* und den Moosen. Bei den Mesocarpeen erfolgen nun nach der Verschmelzung auch noch Teilungsvorgänge, welche zur Erzeugung einer fertilen und mehrerer steriler Zellen führen. Bei den Bangiaceen und den übrigen Florideen würden jedoch immer mehr als eine, gewöhnlich sehr zahlreiche befruchtete Eizellen durch die befruchtende Wirkung eines einzigen Spermatozoids auf diesem Wege entstehen können. Die letztere Schwierigkeit existirt aber auch bei *Dudresnaya*, *Polyides* u. s. w. nach der ältern Auffassung, denn hier erzeugt ebenfalls ein befruchteter Empfängnissapparat mehrere Befruchtungsschläuche, welche weiterhin eine beträchtliche Zahl von carpogenen Zellen befruchten können.

Pringsheim's Ansicht erfordert also die Annahme, dass die Ausbildung der Eier zeitlich unabhängig ist von dem Akt der Ver-

schmelzung der sexuell differenzirten Plasmamassen. Der jetzige Begriff des Eies würde darnach jedenfalls einer Modifikation bedürfen, in dem Sinn, dass dasselbe schon mehr oder weniger lange vor seiner Individualisirung aus dem erzeugenden Plasma würde befruchtet werden können. Wie bei den Orchideen (Hildebrandt, Jahrb. für wiss. Bot. IV) die Narbe schon vor jeder Anlage der Samenknospe und der Eier empfängnissfähig wird und die Anlage der letztern unter dem Einfluss der Bestäubung steht, so würde bei den Florideen ebenfalls das primordiale Plasma erst zur Entwicklung der Eier schreiten, nachdem es durch die Verschmelzung mit der Substanz des Spermatozoids dazu angeregt ist. Selbstverständlich fällt dann eine eigentliche Befruchtung der definitiv ausgebildeten Eier fort.

Bei den Mesocarpeen ist offenbar das Verhalten ein analoges, denn fassten wir die beiden verschmelzenden Zellen als fertige Gameten auf, so wäre schließlich die fertile Zelle den Sporen der übrigen Conjugaten nicht gleichwertig. Es liegt aber viel näher anzunehmen, dass männliche und weibliche Zelle in noch unfertigem Zustand sich miteinander vereinigen und erst hierauf sich der unbenutzbaren Reste entledigen, welche gewöhnlich schon vor der Befruchtung ausgestoßen werden. Ist die Möglichkeit dieser Annahme einmal zugegeben, so kann es keinen weitern Unterschied machen, ob die Primordien der Geschlechtszellen schon in mehr oder weniger unentwickeltem Zustand verschmelzen und ob auf kürzerm oder längerm Weg nur eine, oder ob mehrere Eizellen entstehen. Die Zahl der in einem Oogonium entstehenden Eizellen hängt ja, wie z. B. die Saprolegnien zeigen (Pringsheim, Jahrb., Bd. IX) oft von nebensächlichen Umständen ab.

Am Schluss unserer Uebersicht angelangt, mögen uns noch einige allgemeinere Betrachtungen gestattet sein, welche sich mehr oder weniger eng an die behandelten Tatsachen anschließen.

Als wesentlich für den Befruchtungsvorgang können wir mit Strasburger (Befr. und Zellteilung) die Vereinigung der homologen Teile zweier Zellen ansehen. Die beiden Plasmakörper mischen sich innig, die beiden Kerne verschmelzen zu einem, in wenigen Fällen legen sich auch die Chlorophyllbänder, wo sie in der Zelle nur in Einzahl vorhanden sind, aneinander. Dass gerade der Vereinigung der Kerne eine besondere Wichtigkeit zukomme, lässt sich aus den Tatsachen in der Algenwelt jedenfalls nicht folgern.

Form und Größenverhältnisse der Geschlechtszellen wechseln in hohem Grade, beide zeigen sich den verschiedenen äußern Verhältnissen angepasst. Wo die Vereinigung nur außerhalb der Mutterpflanzen vor sich geht, finden wir die Geschlechtsprodukte durch geringe Größe und besondere Locomotionsorgane charakterisirt. Wird die weibliche Zelle ruhend, so nimmt sie an Größe zu, füllt sich mit Reservevorräthen, und nur das sie aufsuchende Spermatozoid bleibt klein und

specifisch organisirt. Bei den frei beweglichen Conjugaten und Bacillariaceen schreiten die vegetativen Zellen ohne besondere Vorbereitungen zur Copulation. Das fast vollkommene Fehlen morphologischer Differenzen zwischen den beiderlei Geschlechtszellen und die Einförmigkeit der Vorgänge in den beiden Gruppen werfen ein bedeutsames Licht auf die Motive, welche für das Auftreten der Mannigfaltigkeit in den übrigen Gruppen maßgebend gewesen sind.

Es verschmelzen zwar gewöhnlich nur zwei geschlechtlich differenzirte Zellen mit einander, aber es konnten zahlreiche Fälle constatirt werden, in welchen auch die Vereinigung von drei und sogar von mehrern Zellen zu einem entwicklungsfähigen Produkt erfolgt, so bei *Ulothrix, Acetabularia,* den Conjugaten, bei *Ectocarpus siliculosus* und *Scytosiphon.* Bei den Fucaceen dringen nach Pringsheim's Angaben wahrscheinlich mehrere Spermatozoiden in das Ei ein, bei den Florideen findet man oft mehrere Spermatozoiden mit dem Trichogynehaar verschmolzen und in dasselbe entleert.

Worin liegt aber der Grund, dass normaler Weise nur ein Spermatozoid in das Ei eindringt? Oft hat man unmittelbar nach der Befruchtung die Ausscheidung einer festen Haut um das Ei nachweisen können und glaubt das Nichteindringen weiterer Spermatozoiden auf das von dieser gebotene Hinderniss zurückführen zu müssen. Es scheint jedoch, dass auch vor dem Auftreten einer solchen Haut nach stattgefundener Befruchtung ganz andere Umstände genügen um das weitere Eindringen von Spermatozoiden zu verhüten. Wir sahen, wie überall zwischen den Geschlechtszellen deutliche Anziehungskräfte nachgewiesen werden konnten und fanden dieselben besonders groß in der Gruppe der braunen Algen. Nun zeigt sich, dass z. B. bei *Ectocarpus siliculosus* diese Anziehungskraft momentan erlischt, sobald die beiden Plasmamassen innig mit einander verschmolzen sind, denn von diesem Zeitpunkt an schwärmen alle Spermatozoiden achtlos an dem noch hautlosen befruchteten Ei vorüber.

Wir werden in der bei der Vereinigung erfolgenden Ausgleichung gewisser innerer Differenzen den wesentlichen Grund für das Schwinden der Anziehungskraft und die Unmöglichkeit des Eindringens weiterer Spermatozoiden suchen müssen. Nur in den relativ seltenen Fällen, wo zwei oder mehrere Spermatozoiden genau gleichzeitig mit dem Ei in Berührung kommen, werden beide mit demselben verschmelzen können. Als bei *Scytosiphon* der Körper des einen Spermatozoids etwas früher mit dem Ei verschmolz, als ein zweites, welches nur noch durch einen kurzen Teil der Cilie vom Körper desselben getrennt war, löste sich letzteres doch wieder ab, während bei genau gleichzeitigem Zusammentreffen beide zu dem Ei übertreten.

Es wäre müssig, Hypothesen über die Natur dieser Anziehungskräfte aufstellen zu wollen, sicher ist nur, dass sie noch auf beträchtliche Entfernungen wirken (*Cutleria, Ectocarpus*) und dass sie speci-

fische, nur zwischen den Geschlechtszellen von einem gewissen Verwandtschaftsgrade existirende sind.

Wie aus den umfassenden Versuchen von Darwin (Kreuz- und Selbstbefruchtung) und den Erfahrungen bei der Bastardirung hervorgeht, nimmt die sexuelle Affinität im allgemeinen bei zu entfernter aber auch bei zu naher Verwandtschaft der Geschlechtszellen ab und wird schließlich gleich Null. Wir werden in diesen Fällen auf qualitative Verschiedenheiten in der Natur der nicht mehr oder nur schwach reagirenden Geschlechtsprodukte schließen müssen. Dagegen zeigt uns das Beispiel von *Ectocarpus siliculosus*, dass auch quantitative Unterschiede in der geschlechtlichen Differenzirung verwandter Zellen vorhanden sein müssen. Die Vereinigung erfolgt um so energischer, je größer dieselben sind, gleichzeitig und parallel damit schwindet aber auch die Entwicklungsfähigkeit der Geschlechtszellen für sich.

Nur die morphologische Seite des Befruchtungsvorgangs ist es, welche uns in der Algenwelt mit seltener Klarheit und Einfachheit vor Augen tritt. Ueber den physiologischen Erfolg fehlen uns dagegen in diesem Gebiet alle Anhaltspunkte, doch gestattet uns wol die Analogie aus den für höhere Pflanzen und Tiere vorliegenden Resultaten auf die Algen zurückzuschließen. Hiernach wird bei der sexuellen Vereinigung ein neues Individuum geschaffen, welches Charaktere der beiden Eltern in sich vereinigt, und wir dürfen aus den Untersuchungen von Darwin (Kreuz- und Selbstbefruchtung) und den Resultaten der Züchtung wol den allgemeinen Schluss ziehen, dass ein gewisser entfernter Verwandtschaftsgrad der sich vereinigenden Zellen als ein wesentliches Moment für den guten Erfolg der geschlechtlichen Zeugung betrachtet werden muss. Die Inzucht vermag keine neuen Typen zu schaffen, sie führt zur Constanz und gewöhnlich zum Untergang. Wenn nun aber doch in vielen Fällen und auch bei Algen Selbstbefruchtung normalerweise erfolgt, so werden wir diese Vorkommnisse von einem andern Gesichtspunkt aufzufassen haben.

Mit dem Nachweis der Parthenogenesis im Pflanzen- und Tierreich hielt man die allgemeine Regel, dass die Geschlechtsstoffe ohne Vereinigung unfähig zur Weiterentwicklung seien, für umgestoßen; so spricht sich z. B. auch Hensen in seiner Physiol. der Zeugung aus (p. 160). Aber ist das parthenogenetisch sich entwickelnde Ei identisch mit dem der Befruchtung bedürftigen? Morphologisch, wie es scheint, allerdings (*Chara crinita, Saprolegnien, Aphiden*, Bienen) aber jedenfalls nicht physiologisch. Aus den vorliegenden Tatsachen (man vergl. z. B. Hensen p. 161 und 165) ist vielmehr zu schließen, dass das parthenogenetische Ei überhaupt nicht befruchtet werden kann; es ist eine neutrale Fortpflanzungszelle, welche nur ihrer Entstehung nach mit dem Ei homolog ist. Es ist deshalb nicht erlaubt, aus der Tatsache der parthenogenetischen Entwicklungsfähigkeit auf eine nebensächliche Bedeutung des Spermatozoids bei der Befruchtung zu

schließen. Vielmehr zeigt die Tatsache, dass in dem geschlechtlich erzeugten Produkt die Eigenschaften der Eltern zugleich auftreten, dass Sperma und Ei wesentlich gleichmäßig auf dasselbe einwirken. Wenn Parthenogenesis sich in einer Algengruppe finden sollte, der morphologische Differenzen zwischen Spermatozoid und Ei noch fehlen, beispielsweise bei Conjugaten und Chlorosporeen, so werden auch beide, weibliche und männliche Zelle, ihre unmittelbare Entwicklungsfähigkeit wiedererlangen müssen. Die Tatsache der Parthenogenesis spricht nur dafür, dass die innern Vorgänge, welche zur sexuellen Differenzirung gewisser Zellen führen, leicht unterbleiben können und in vielen Fällen unabhängig von einander unterblieben sind. In ihren Folgen kommt die Parthenogenesis mit der Vermehrung durch ungeschlechtliche Knospen überein, sie pflanzt nur das Individuum fort.

Wir haben früher bei der Besprechung der Befruchtungsvorgänge von *Ectocarpus siliculosus* und *Scytosiphon* nicht von einer Parthenogenesis bei der direkten Entwicklung der zu andern Zeiten sexuell differenzirten Schwärmer gesprochen. Man könnte jedoch annehmen, es läge derselbe Fall einer Rückbildung vor, wie bei den Aphiden. Dagegen spricht jedoch, dass bei den Phaeosporeen die Keimfähigkeit der Schwärmer aus den pluriloculären Sporangien eine allgemeine zu sein scheint, und dass auch die Tatsachen bei den übrigen Algen viel mehr für eine allmähliche Differenzirung der sexuellen Zellen aus den ungeschlechtlichen heraus, als für den umgekehrten Vorgang sprechen. Wir haben also bei *Ectocarpus siliculosus* und *Scytosiphon* (vielleicht auch bei *Ulothrix*) den aufsteigenden Entwicklungsgang, der mit den für sich keimungsunfähigen Sexualzellen endet, bei der Parthenogenesis das allmähliche Zurücksinken der Sexualzellen zu ungeschlechtlichen Sporen vor uns.

Das Vorkommen der Parthenogenesis kann deshalb ebenso wenig wie die Tatsache, dass unbefruchtete Eier einzelne Stadien der Entwicklung auch ohne Befruchtung zu durchlaufen vermögen (vergl. Hensen, l. c. p. 168) gegen den Satz, dass die Sexualzellen ohne Befruchtung unfähig sind, sich normal weiter zu entwickeln (Sachs, Lehrbuch IV p. 870) ins Feld geführt werden. Die letztern Fälle, sowie das Verhalten der angeführten Phaeosporeen geben uns dagegen Anhaltspunkte dafür, wie das Auftreten der parthenogenetischen Entwicklung überhaupt zu erklären ist.

Es ist aber noch ein anderer Weg möglich, auf welchem Organismen mit sexuell differenzirten Fortpflanzungszellen wieder zur Fortpflanzung des Individuums mit Ausschluss der Kreuzung zurückkehren konnten, nämlich auf dem Weg der Selbstbefruchtung. In ihren Effekten kommt dieselbe mit der Parthenogenesis und der normalen ungeschlechtlichen Vermehrung überein (vergl. Darwin, Kreuz- und Selbstbefruchtung). Wir werden daher in den Fällen, wo die Selbstbefruchtung der normale Vorgang ist, bei den Pflanzen mit cleisto-

gamen Blüten, Violaarten, *Lamium amplexicaule* etc. (vergl. Sachs, Lehrb. IV p. 882), ferner bei vielen tierischen Parasiten, einen der Parthenogenesis analogen Rückbildungsprocess anzunehmen haben, der aber auf ganz anderm Weg zu demselben Ziel gelangt ist. Wenn wir die Erfolge der Selbstbefruchtung bei normal sich kreuzenden Pflanzen vergleichen mit den Fällen, bei denen normal Selbstbefruchtung stattfindet und sehen, dass zum Beispiel bei *Viola* die cleistogamen Blüten vorwiegend Samen produciren und die Art erhalten, so werden wir uns überzeugen müssen, dass in letztern Fällen Sperma und Ei von derselben Pflanze ganz anders physiologisch zu einander differenzirt sein müssen, als bei den Pflanzen mit Wechselbefruchtung.

Es ist deshalb ganz natürlich, dass Selbstbefruchtung und Parthenogenesis in einer gewissen Beziehung zu einander zu stehen scheinen. Es möge hier nur auf de Bary's neueste Angaben über die Saprolegnieen (Abhandl. der Senckenb. Ges. 1881) verwiesen werden, bei denen sich alle Uebergänge von normaler Selbstbefruchtung bis zur Parthenogenesis finden, welche letztere auch schon von Pringsheim für dieselbe Pilzgruppe constatirt worden war (Jahrb., Bd. IX, p. 192 ff.). Dass vielfach äußere Einflüsse das Auftreten der Parthenogenesis und der normalen Selbstbefruchtung beeinflussen, scheint aus allen bekannt gewordenen Umständen hervorzugehen, wertvoll sind in dieser Hinsicht besonders Pringsheim's Angaben über das allmähliche Auftreten der parthenogenetischen Entwicklung bei Saprolegnieen, sowie manche Angaben von Darwin. *Eschscholtzia californica* ist z. B. in Brasilien nicht selbstfruchtbar, wird es aber bald in England. Nach Brasilien zurückgebracht verlieren die Pflanzen die in England erworbene Fähigkeit dagegen bald wieder.

C. Ph. Sluiter, Ueber einige neue Holothurien von der West-Küste Java's.

Natuurkundig Tydschrift voor Nederlandsch-Indië. Bd. XL., 26 S. Mit 7 Taf.

C. Ph. Sluiter, Vorläufige Mitteilung über einige neue Holothurien von der West-Küste Java's.

Verslagen en Mededeelingen der Kon. Akad. v. Wetensch. Afd. Natuurk. XVI., S. 282—285.

Verf. beschreibt, wie der Titel verspricht, einige neue Holothurien, gibt aber nur in erstgenannter Arbeit Abbildungen, zum Teil in Farbendruck. Das Material hat Verf. in der Nähe von Batavia gesammelt, meist aus einer Tiefe von 6—12 Faden.

Eine sehr interessante Form ist vom Verf. *Ananus holothuroides* (n. gen. n. sp.) genannt, und wie der Genusname schon andeutet,

durch das Fehlen des Anus ausgezeichnet. Es ist hier der Ort nicht die Diagnosen oder das sonstige von rein systematischem Interesse zu wiederholen; ich werde also nur die in biologischer Hinsicht wichtigsten Merkmale erwähnen. Die Haut ist außerordentlich dünn, aber sehr zähe; sie besteht wie gewöhnlich aus Epithel und Corium; beide zeigen wenig positive charakterische Merkmale, unterscheiden sich von andern aber durch ein negatives: es fehlen nämlich fast überall Kalkkörperchen. Diese kommen ausschließlich vor in den weißen Ringen um die Füßchen. Dort sind sie aber so stark gehäuft, „dass sie mit Kalkkörperchen gefüllte Bläschen darstellen fast wie die Rädchenpapillen der Chirodoten." Die Verdauungsorgane bestehen aus Magen und Darm. Der Magen unterscheidet sich aber vom Darm nicht etwa durch größeres Lumen, sondern nur durch die Farbe, „welche auf der verschiedenen Verteilung der Darmgefäße beruht." Der Darm nun endigt vollkommen blind. Wegen des Mangels eines Anus hat Verf. das Tier *Ananus* genannt. In der zweiten citirten Arbeit sagt Verf., dass *Ananus* „mit *Synapta* nur das Fehlen des Afters gemein hat, doch sonst weit von dieser entfernt ist." Wahrscheinlich hat hier eine Verwechslung stattgefunden; *Synapta* entbehrt der Lungen, aber nicht des Anus. Im Centrum hinten, wo man die Analöffnung erwarten sollte, ist keine Spur einer Oeffnung zu sehen. Die Haut ist nicht einmal dünner oder anders gebaut. — Bekanntlich haben Selenka und später Semper bei einigen Holothurien an der Innenwand des Darms sichelförmige Anhänge beschrieben, die sogenannten innern Kiemen. Sluiter hat nun bei seinem *Ananus* auch derartige Organe gefunden, welche mit den Falten von *Stichopus variegatus* Semper die größte Uebereinstimmung zeigen. Da bei *Ananus* die Lunge (nur die rechte entwickelt sich) gar keine Communikation mit dem Darm hat, und das Wasser bei fehlendem Anus nur durch die Wand eintreten kann, so meint Verf. eine neue Stütze dafür gefunden zu haben, dass die Falten die Funktion der Atmung übernehmen. Die physiologische Bedeutung der Lunge bleibt hier vorläufig noch rätselhaft.

Die zweite vom Verf. beschriebene Form ist *Venus javanicus* (n. sp.), merkwürdig, weil die Haut durch gitterartig angeordnete Kalkkörperchen ganz starr ist. Das Tier ist dadurch sehr leicht zerbrechlich, und kann sich nicht, wie sonst, biegen. Diesem Verhältniss entsprechend ist die Hautmuskulatur äußerst rudimentär. Die ganze Ringmuskelschicht ist fast verschwunden und von den Längsmuskeln sind nur sehr schwache Ueberreste zu sehen. Eigentümlich ist der Verlauf des Darms, da er nicht wie gewöhnlich die bekannte Doppelbiegung, sondern eine Art Gekröse bildet.

Haplodactyla hyaloides (n. sp.) ist eine durch völlig glashelle Haut ins Auge fallende zu den Molpadiden gehörige Holothurie. Verf. vergleicht die Haut mit dem Salpenmantel. Es hat sich nämlich her-

ausgestellt, dass diese Haut zum größten Teil aus einer hyalinen Grundmasse mit spärlichen Fasern und Zellen besteht. Pigment kommt in ihr nicht vor, Kalkkörperchen nur in der Aftergegend.

Bei *Microdactyla caudata* (nov. gen. n. sp.) dagegen ist eine so außerordentlich reiche Kalkablagerung vorhanden, dass das ganze Tier milchweiß erscheint. Die außerordentlich kleinen Tentakeln haben zu dem Genusnamen Anlass gegeben.

Schließlich gibt Verf. eine genauere Beschreibung und Abbildung der eigentümlichen Kalkrädchen der Chirodoten.

G. C J. Vosmaer (Haag, Holland).

Bericht über die zoologische Literatur Belgiens.

Archives de Biologie, par Van Beneden et Van Bambeke. Tome II, fasc. I. Gent 1881.

1. Julien Fraipont. Recherches sur l'appareil excréteur des Trématodes et des Cestodes. 2e partie, S. 1—41, Taf. I—II.

Verf. gibt eine ausführliche Beschreibung des Excretionsorgans von *Distomum divergens, Scolex trygon-pastinacae, Bothriocephalus punctatus, Taenia echinococcus, Tetrarhynchus tenuis* (Scolex).

Seiner Individualität nach kann man einen Cestoden als einen Trematoden betrachten, dessen Körper bedeutend verlängert und durch Metamerenbildung complicirt ist. Infolge dieser Modifikationen wird die pulsirende Blase des Trematoden zur Ausführung ihrer immer schwierigern Funktionen unzureichend und durch das Auftreten von foramina secundaria die Circulation erleichtert. Aehnliche Erwägungen führen zu der Hypothese, dass eine noch beträchtlichere Verlängerung des Körpers zur Bildung von Seitenporen Anlass gibt und die Atrophie der ursprünglichen pulsirenden Blase zur Folge hat. — Der Excretionsapparat der Turbellarien und Rotiferen sei dem der Trematoden und Cestoden homolog.

Verf. kommt zu dem Schluss, dass die Nieren der Trematoden und Cestoden den Excretionsorganen der Rhabdocoelen, Nemertinen, Rotiferen und den Kopfnieren der Anneliden, Gephyreen und Mollusken entsprechen.

2. Hubert Ludwig. Ueber eine lebendig gebärende Synaptide und zwei andere Holothurienarten der Brasilianischen Küste. S. 41 bis 59. Taf. III.

Verf. hat in der Körperhöhle von *Chirodota rotifera (Synapta,* Pourt.) 16 in demselben Entwicklungsstadium stehende, etwa 1 Mm. lange Embryonen gefunden, welche ohne erkennbare Ordnung an den verschiedensten Stellen lagen. Wie die Eier in die Körperhöhle gelangt sind, hat sich nicht feststellen lassen.

3. Ch. Julin. Recherches sur l'organisation des Ascidiens sim-

ples. — Sur l'hypophyse et quelques organes qui s'y rattachent. S. 59—127. Taf. IV—VII.

Bei einer erwachsenen Ascidie liegt das Endostyl in der ventralen Medianlinie, die Mundöffnung vorn, die Kloakalöffnung hinten, beide schließen die dorsale Fläche ein. — Bei der histologischen Beschreibung der verschiedenen Teile des Ascidienkörpers ist der interessanteste Abschnitt der Arbeit dem „Hypophysenhöcker" („Wimperorgan" Autt.) und der Hypophysendrüse gewidmet.

Die Wand der trichterförmigen Höhle des Hypophysenhöckers ist mit einem Cylinderepithel ausgekleidet, in dem jede einzelne Zelle mit einer langen Geißel versehen ist. Dieses Epithel setzt sich einerseits fort in die Schicht würfelförmiger Zellen, welche die Oberfläche des Wimperorgans bekleidet, andrerseits in diejenige, welche den Excretionskanal der Hypophysendrüse bildet, die in den Boden des Trichters mündet.

Der Excretionskanal ist abgeplattet und nur die untere Fläche des hintern Teils nimmt die Drüsenkanälchen auf, nicht aber die ohne Zwischenfügung von Bindegewebe unmittelbar unter dem Nervensystem gelegene obere Fläche. Dieser Kanal wird dadurch in seinem hintern Teil in einen unten offenen Halbkanal umgewandelt. Die Drüse besteht aus Röhren, die in einem reich mit Blutlakunen versehenen Bindegewebe liegen. Das Lumen dieser Röhren ebenso wie das des Excretionskanals ist mit zahlreichen unregelmäßig gestalteten Zellen angefüllt, welche alle möglichen Uebergänge zu den Zellen des Drüsenepithels zeigen.

Das neurogliafreie Ganglion wird von einer vornehmlich zelligen peripherischen Schicht und einer vornehmlich aus Fasern bestehenden centralen Masse gebildet.

Der Verf. gibt die Teilung des Mantels der Ascidien in zwei besondere Schichten nicht zu, sondern führt dieselbe auf die Einwirkung des Alkohols zurück. Vielmehr wird der Körper einer Ascidie nur aus zwei Säcken gebildet, einem äußern und einem innern oder Kiemensack, welche beide die Peribranchialhöhle einschließen.

Die Wand des Ascidienkörpers zeigt dieselbe Struktur wie die des Amphioxus. Der einzige fundamentale Unterschied zwischen dem Querschnitt durch einen Amphioxus in der Kiemengegend und einer in derselben Weise im Niveau des Nervensystems durchschnittenen Ascidie besteht darin, dass bei der letztern im ausgewachsenen Zustand weder eine Körperhöhle noch eine Chorda dorsalis vorhanden ist.

Die Oeffnung, durch welche bei den Ascidien das in die Kiemenhöhle dringende Wasser eintritt, ist dem Munde der Wirbeltiere homolog und nimmt wie bei den letztern das vordere Ende des Körpers ein.

Das trichterförmige Wimperorgan ist kein Sinnesorgan, sondern

nichts als der erweiterte Endteil des Excretionskanals der unter dem Gehirn liegenden Drüse.

Zwischen der Hypophysendrüse der Ascidien und der Hypophyse der Wirbeltiere besteht die größte Uebereinstimmung. Aus den entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen bei vielen Wirbeltieren geht hervor: 1) dass die Hypophyse beim Embryo in den Verdauungstractus mündet. 2) Dass die Hypophysendrüse ursprünglich eine Einstülpung des Mundepithels ist. 3) Dass sie die Struktur einer zusammengesetzten tubulösen Drüse hat. 4) Dass der Excretionskanal der Hypophysendrüse ohne Zwischenfügung von Bindegewebe dem Boden des Mittelhirns anliegt. 5) Dass dieser Kanal, der vorn geschlossen, nach unten hinten durch eine offene Rinne gebildet ist, durch eine erweiterte Oeffnung in die Mundhöhle mündet. Auf diese Tatsachen gestützt, nimmt der Verf. an, dass die Hypophysendrüse der Ascidien der Hypophyse der Wirbeltiere homolog ist.

Jules Mac Leod. Contribution à l'étude de la structure de l'ovaire des Mammifères. S. 128—143. Taf. VIII u. IX.

Die Beziehungen zwischen Ovarium, Tube und Tubentrichter des Orang sind denen des menschlichen Weibes ähnlich, während bei den andern untersuchten katarrhinen Affen (*Semnopithecus, Cercopithecus, Cynocephalus* und *Macacus*) die fraglichen Verhältnisse unter einander ziemlich übereinstimmen, von den beim Menschen bestehenden aber abweichen. Das *Ostium tubae* liegt etwa in der Mitte des Trichters, dessen oberer Teil sich derart umbiegt, dass er eine unvollständige Kapsel bildet. — Bei *Lemur nigrifons* ist die Ovarialkapsel weit stärker entwickelt.

P. Francotte. Sur l'appareil excréteur des Turbellariés rhabdocoeles et dendrocoeles. S. 145—151. Taf. X.

Bei einer Art des Genus *Derostomum* mündet der Excretionsapparat wie bei den Trematoden und Cestoden durch cilienfreie Erweiterungen in lacunäre Lymphräume, in denen eine Circulation von Blutkörperchen stattfindet.

J. Mac Leod (Gent).

G. Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie.

Zugleich als zweite Abteilung des zweiten Bandes von Hoffmann's Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Zweite Auflage. Erlangen, Besold. — 3. Lieferung 1881.

Da die beiden ersten Lieferungen bereits in diesem Centralblatt von L. Gerlach besprochen worden sind (Nr. 2 S. 56), so kann Ref. sich kurz fassen. Nur in äußerlicher Hinsicht mag bemerkt werden, dass gegenüber der ersten, von Hoffmann übersetzten Ausgabe von Quain's Lehrbuch der Anatomie die vorliegende Lieferung sich von 104 auf 147 Seiten, also im Verhältniss wie 3 : 2 vermehrt hat. Bei den

ersten beiden Lieferungen war das Vermehrungsverhältniss wie 3 : 1. Schon dieser Umstand zeigt, wie viel selbständige Arbeit Schwalbe auf das Werk verwendet hat.

Die Anzahl der Abbildungen hat in der dritten Lieferung um 7, in den beiden ersten Lieferungen um 151 zugenommen. Dies erklärt sich daraus, dass das vorliegende Heft außer dem Rest der Hirnnerven (*Vagus, Accessorius* und *Hypoglossus*) nur die Rückenmarksnerven und den Sympathicus enthält, auf welchen oft begangenen Gebieten selbstverständlich wenig nachzutragen war. Indessen ist doch ein neuer Fund aus der descriptiven Neurologie zu verzeichnen, an den sich zugleich ein allgemeineres Interesse knüpfen lässt.

In den Sehnen und Sehnenscheidennerven waren während der letzten Jahre durch die Arbeiten von Sachs, Rollett, Rauber, Golgi u. A. eigentümliche Nervenendapparate aufgedeckt worden. Wegen der pathologisch beim Menschen beobachteten „Sehnenreflexe“ verband sich damit die Frage, ob es sich um Endigungen einfach sensibler Nerven handle. Rollett entschied sogleich dahin, dass von der Sehne des *M. sternoradialis* aus beim Frosch keine Reflexbewegungen ausgelöst werden können. Ref. ist nicht minder aus histologischen Gründen der Meinung, dass es sich bei den sog. Nervenschollen Rollett's um abortive Formen motorischer Endplatten oder von Gruppen der letztern handelt, deren ursprüngliche Muskelfasern zu Grunde gegangen und in Sehnengewebe umgewandelt sind. Dagegen betreffen die übrigen Beobachtungen auch an den Sehnen des Menschen größtenteils Endigungen unzweifelhaft sensibler Nerven, genauer gesagt, eine besondere Form terminaler Körperchen. Daraus ergab sich nun aber die allgemeine morphologische Frage, ob nicht das Bindegewebe überhaupt als solches mit sensiblen Nerven ausgestattet sei, und hiefür ließ sich der Umstand anführen, dass von gewissen Ligamenten z. B. dem *Lig. sacrotuberosum* ein macroscopisch nachweisbares Nervenfädchen bekannt war; namentlich hatte Rüdinger (Gelenknerven S. 17) einige Aestchen des *R. dorsalis* des *N. sacralis* III zum obern Teil der *Lig. sacrotuberosum* und *sacrospinosum* beschrieben.

Schwalbe hat nun, ohne derartige weitere Gesichtspunkte in den Vordergrund zu stellen, einfach den betreffenden Nerven präparirt und festgestellt, dass derselbe nicht etwa im *Lig. sacrotuberosum* sich verzweigt, sondern dasselbe in der Mitte seiner Länge, also unterhalb nicht oberhalb, wie Voigt (s. unten) angab, seiner Trennungsstelle vom *Lig. sacrospinosum* durchbohrt und dann in der Haut des Gefäßes sich verbreitet. Dies war bereits durch Voigt (Beiträge zur Dermatoneurologie 1864) ermittelt und der Nerv als *N. cutaneus clunium internus superior* bezeichnet werden. Schwalbe nennt ihn *N. perforans lig. tuberososacri* und rechnet denselben zu den *Nn. anococcygei* von C. Krause. Hierin liegt jedoch ein Missverständniss (Ref.), denn

nach der Terminologie von C. Krause, die Ref. (Handbuch der speciellen Anatomie 1879 S. 900) beibehalten hat, verzweigt sich der fragliche Nerv unterhalb des Verbreitungsbezirks der *Nn. cutanei clunium medii* und ist daher den letztern zuzurechnen. Hirschfeld und Leveillé, Sappey, Quain-Hoffmann haben den Nerven bereits abgebildet, ohne seiner besonders zu gedenken.

Von sonstigen Details soll nur noch die Darstellung der allgemeinen Anatomie des sympathischen und seiner Beziehungen zum cerebrospinalen Nervensystem als in physiologischer wie praktischer Beziehung gleich wichtig hervorgehoben werden.

W. Krause (Göttingen).

Die Mechanik des menschlichen Ganges.

Von

Prof. H. v. Meyer (Zürich).

(Schluss.)

Diese Vorrichtung wird in zweierlei Art angewendet:

1) Der geschwärzte Cylinder ist auf einem Gestell (Photographentisch) unbeweglich festgestellt, jedoch so dass zwischen ihm und dem Tisch eine cylindrische Stange als Träger für ihn sich befindet; — auf einem besondern Gestelle, welches sich um diesen Träger als um seine Axe drehen kann, ist der Schreibeapparat angebracht; — mit diesem in Verbindung befindet sich eine drei Meter lange horizontale Stange; — an deren freiem Ende geht, die Stange vor sich her schiebend, die Versuchsperson im Kreise herum, wie das Pferd am Göpel; — die Stange trägt dabei die zur Verbindung mit dem Schreibeapparat dienenden Kautschukschläuche. Auf diese Weise dreht also die Versuchsperson, während sie den kreisförmigen Versuchsgang macht, den ganzen Schreibeapparat um den feststehenden Cylinder und zeichnet dadurch die Kurve (Abbildung dieser „manège“ bei Carlet Taf. XI).
2) Die Versuchsperson trägt das Gestell des Schreibeapparats fest in der Hand; — und bewegt sich in gerader Linie vorwärts; — hierbei bewegt sich der Cylinder in bekannter Weise durch Hülfe eines Uhrwerks an den Nadelspitzen vorbei (Abbildung dieser Verwendung bei Marey S. 131).

Unzweifelhaft ist dieser Apparat sehr sinnreich konstruirt. Aber — selbst zugegeben, dass wir die Gesetze eines vorausgesetzten „typischen oder natürlichen Ganges“ aus der Beobachtung der äußern Erscheinung einer gehenden Person kennen lernen können — können wir einen solchen Apparat für geeignet erkennen, das Bild eines „natürlichen“ Ganges zu geben? Jedermann weiß, welche unbedeutende

Kleinigkeiten modificirend auf den Gang einwirken; warnen doch schon die Brüder Weber vor Versuchen bei windigem Wetter, und wie anders gestaltet sich der Gang in Pantoffeln gegenüber demjenigen in knappen Stiefeln, — sollte da das Schieben an der Stange, das Tragen des Kautschukballs in der Hand, die schwerfälligen Versuchsschuhe und das in der *regio pubis* fixirte Stäbchen ohne Einfluss sein, abgesehen von der Befangenheit, welche eine jede Versuchsperson in dem Bewusstsein empfindet, dass jetzt jede, auch die kleinste, Bewegung protokollirt wird?

Indessen ist es doch ein Gang und zwar derjenige, wie ihn Herr C. und Andere in diesem Apparat ausführen konnten. — Sehen wir, welche Sätze er aus seinen Versuchen ziehen durfte, wobei indessen zu bemerken ist, dass er von deutschen Arbeiten nur diejenigen der Brüder Weber kennt und gelegentlich sich in eine nach Sachlichem und nach Ton recht unpassende Polemik gegen dieselben einlässt.

Seine ersten Untersuchungen gehen auf die Trittspur *(foulée)*, und er findet hier als ersten Satz, dass die Ferse früher aufgesetzt werde als die Spitze. Gleich in diesem Satze begegnet uns aber schon das Missliche des individuellen Versuchs, indem dieses, abgesehen von dem Einfluss der Absätze, nur wahr ist für den Gang mit mehr rückwärts geneigtem Oberkörper, wobei der hintere Ergänzungsbogen größer ist; bei flüchtigerm Gang mit mehr vorwärts geneigtem Oberkörper, wobei der vordere Ergänzungsbogen größer ist, tritt die Spitze früher auf. — Die weitern Sätze lehren uns nichts Neues, sie bestätigen nur die bekannten Sätze, welche schon in der Definition des Ganges (gegenüber derjenigen des Laufes etc.) enthalten sind, dass nämlich eine gewisse Zeit lang beide Füße zugleich den Boden berühren, indem der vorgesetzte Fuß auftritt, während der andere noch nicht vom Boden abgelöst ist, — dass das abgelöste Bein nach vorn schwingt, — dass die Zeit eines Schritts zerfällt in die Zeit, in welcher das eine Bein stützt, während das andere schwingt, und die Zeit, in welcher beide Beine stützen — und dass die Zeit, während welcher ein Fuß auf dem Boden steht, zerfällt in die Zeiten, während welcher 1) der andere noch mit dem Boden in Berührung ist, 2) das Bein der andern Seite schwingt, 3) er sich selbst vom Boden ablöst. — Neue Ergebnisse der graphischen Methode sind nur die folgenden, wobei indessen im Auge zu behalten ist, dass der Schritt des Experimentators der Art ist, dass er die Ferse zuerst aufsetzt: der schreitende (stemmende) Fuß drückt stärker auf den Boden als der ruhende; je größer der Schritt, desto stärker der Druck, — der Wert des Drucks erreicht höchstens 20 Kgr., — die Ferse erreicht schneller das Maximum des Drucks als die Spitze, — der Druck der Ferse bleibt sehr constant, der Druck der Spitze wird aber bei längern Schritten stärker. — Diese Sätze ließen sich indessen mit einiger Kenntniss der Mechanik a priori ableiten.

Die zweite Reihe von Untersuchungen geht auf den Schritt und zwar auf dessen Länge und Dauer im „natürlichen Gang", wobei er das Weber'sche Gesetz bestätigt, dass die Zeitdauer des Schritts abnimmt in dem Verhältniss, wie dessen Länge zunimmt, — eine Tatsache, welche sich nach meinen Untersuchungen daraus erklärt, dass in dem schnellern Gang der vordere Ergänzungsbogen einen größern Anteil an dem Schritt gewinnt.

Die dritte Reihe geht auf den Mechanismus der Beine d. h. dessen äußere Erscheinung, welche er in derselben Weise beschreibt, wie die Brüder Weber. Indess erklärt er sich auch gegen die reine Pendelbewegung des schwingenden Beins und will dessen Bewegung nur von Muskeltätigkeit herleiten. — Die graphische Methode wendet er hier für die Untersuchung der Bewegung des Trochanters im Raume an. Er findet hiebei, dass während des Schwingens der Trochanter des schwingenden Beines etwas nach vorn rückt (der horizontale Bogen meiner Analyse des Schritts). Im Uebrigen findet er nur selbstverständliche Sätze: dass mit jedem Schritte auch der Trochanter um einen Schritt vorrücke, — dass der Trochanter bei gespreizten Beinen tiefer stehe, als bei geschlossenen, — dass er bei breitspurigem Gange stärkere horizontale Schwankungen mache als bei schmalspurigem, — dass der linke Trochanter am weitesten nach rechts schwankt, wenn auch der rechte sein Maximum der Schwankung nach rechts hat, etc.

Die vierte Reihe von Untersuchungen geht auf die Schwankungen des Rumpfes. Dass er hierbei die *regio pubis* als maßgebend benutzt, beweist, dass er keine Kenntniss von den Schwankungen der Beckenneigung während des Gehens besitzt, sondern, wie die Brüder Weber, die Beckenneigung als ein während des Gehens Unveränderliches ansieht. Durch die Benutzung der Bewegungen der *regio pubis* erhält er deswegen nur Kurven, welche das Produkt sind von der Bewegung des Rumpfes überhaupt und der Eigenbewegung dieser Gegend durch die Schwankungen der Beckenneigung. — Abgesehen von diesem Fehler bringt er über die vertikalen wie über die horizontalen Schwankungen des Rumpfes nichts Neues, wenigstens nichts, was sich nicht eigentlich von selbst versteht. Wir erfahren nämlich nur, dass der Rumpf horizontale Schwankungen nach rechts und nach links ausführt, deren Maxima dann gefunden werden, wenn der Rumpf nur von einem Beine äquilibrirt getragen wird; er hat also z. B. das Maximum seiner Schwankung nach rechts in dem Augenblicke, wo er auf dem rechten Beine allein steht, während das linke schwingt. Ferner erfahren wir, dass der Rumpf auch vertikale Schwankungen ausführt, deren Maxima mit dem Stehen auf einem Beine zusammenfallen, während die Minima in die Zeit fallen, in welcher beide Beine auf dem Boden stehen. Je breitspuriger der Gang ist, um so stärker sind die horizontalen Schwankungen; und je

länger die Schritte, um so stärker die vertikalen Schwankungen. Obgleich es selbstverständlich ist, dass die Maxima der vertikalen Schwankungen durch die Beinlänge unveränderlich bestimmt werden, wird es doch als ein „fait remarquable“ bezeichnet, dass die Maxima für alle Schrittlängen konstant sind, während die Minima mit denselben variiren. — Indess ist doch noch eine Bemerkung in Bezug auf die vertikalen Schwankungen hervorzuheben, die ebenso selbstverständlich ist, wie die anderen, dass nämlich, wenn die Ferse des tragenden Beines als Beginn der Ablösung des Fußes von dem Boden gehoben wird, so dass also dieses Bein für den Augenblick auf den Zehen steht, der Rumpf um 10 Mm. höher gestellt ist, als wenn er auf flachen Füßen aufrecht steht (S. 67).

Die fünfte Reihe geht auf die Neigung des Rumpfes gegen den Boden, für deren Messung Carlet einen besondern Rahmen konstruirt hat, welcher longitudinal an die Mittellinie des Rumpfes angelegt wird. Er unterscheidet hier seitliche Neigungen und Neigungen nach vorn. Die seitliche Neigung ist am schärfsten ausgesprochen in dem Zeitpunkte, in welchem der Rumpf nur durch ein Bein unterstützt wird, und zwar neigt sich der Rumpf nach der gestützten Seite hin, also nach rechts, wenn das rechte Bein das stützende ist. (Eine Aequilibrirungsbewegung, welche zugleich den Vorteil gewährt, die Beckenseite des schwingenden Beins zu heben und damit dem Schwingen desselben freiere Bahn zu gewähren. Ref.). — Die Neigung nach vorn, welche nach Carlet's Bestimmungen 10° niemals überschreitet, findet ihr Maximum ebenfalls in dem Zeitpunkte des einseitigen Stützens durch nur ein Bein, und ihr Minimum in dem Zeitraume des Aufstehens beider Beine; das Aufrichten des Rumpfes in diesem Augenblicke geschieht ziemlich plötzlich. (Dass dieses mit den Beckenschwankungen in Verbindung steht, ist aus meinem Aufsatze über Kniebeugung etc. in Reichert und Du Bois Archiv 1869 zu ersehen. Ref.) Die Stärke der Vorwärtsneigung nimmt mit der Größe der Schritte zu; nach den Brüdern Weber ist dieses indessen nicht notwendig. (Aeußerungen der Individualität des Versuches. Ref.)

In der sechsten Reihe beobachtet er die Rotation und Torsion des Rumpfes. Als Rotation beschreibt er die horizontale Bewegung des Beckens, welche ich in Müller's Archiv 1853 S. 549 als „horizontalen Bogen“ der Vorwärtsbewegung beschrieben habe. Als Torsion bezeichnet er die Bewegung des Rumpfes in sich, welche dadurch entsteht, dass während der erwähnten Drehung des Beckens die Schultergegend durch die Pendelung der Arme die entgegengesetzte horizontale Drehung erfährt. Wenn man aber die Arme an den Rumpf festbindet, so dass sie nicht pendeln können, so bleibt die Torsion aus und es tritt nur Rotation des Rumpfes ein.

Zuletzt bespricht er noch die Aktion der Lendenmuskeln und findet, dass diese sich in dem Zeitraume des Aufstehens beider

Beine stark zusammenziehen. (Diese Erscheinung habe ich in Reichert und Du Bois Archiv 1869 bereits genauer beschrieben und motivirt. Ref.) Nach Carlet lässt die Kontraktion der Lendenmuskeln auf der Seite des stützenden Beines schneller nach, als auf der Seite des schwingenden Beines.

Wie aus der gegebenen Darlegung von Carlet's Untersuchungen hervorgeht, sind deren Ergebnisse höchst unbedeutend und in keinem Verhältnisse zu dem angewendeten großartigen Apparate. Das Meiste ist entweder nicht neu oder selbstverständlich; letzteres scheint er selbst zu fühlen, indem er an verschiedenen Orten sich äußert: le resultat pouvait être prévu. Dennoch fasst er seine Ergebnisse in nicht weniger als 85 Thesen zusammen.

Vierordt (Das Gehen des Menschen in gesunden und kranken Zuständen. Tübingen 1881) ahmt Carlet's Untersuchungen nach, jedoch mit den Unterschieden, dass er eine gradlinige Wandelbahn statt einer kreisförmigen benutzt, dass er Carlet's pneumatische Telegraphie zwischen der Versuchsperson und dem Apparate durch eine elektrische ersetzt, und dass er durch die Versuchsperson komplizirtere Apparate tragen lässt, um mehr Elemente des Ganges in der graphischen Aufnahme dargestellt zu finden. Im Uebrigen kennt er, wie Carlet, auch von deutschen Arbeiten nur die Weber'schen.

Seine Untersuchungen zerfallen in zwei Hauptteile, nämlich

1) das Gehen in seinen räumlichen Beziehungen; — hiefür benutzt er seine zeichnenden Schuhe und andere Ausstattungen der Versuchsperson;
2) die zeitlichen Verhältnisse der Gehbewegung; — hiefür benutzt er den rotirenden Cylinder (Kymographion) und die elektrische Telegraphie.

Der ausgesprochene Zweck beider Untersuchungen geht dahin, ein typisches Bild des „natürlichen" Ganges zu entwerfen, um dasselbe als Prüfungsmittel für pathologische Gangarten zu benutzen, deren Bild durch dieselben Apparate aufzunehmen sein würde. Es blickt also hierbei die Meinung durch, dass seine Apparate künftig unter die diagnostischen Hilfsmittel aufgenommen werden sollen. — Zur Erläuterung dieses Standpunktes zerfällt jeder der beiden Hauptteile wieder in zwei Unterabteilungen, deren eine der Darstellung der physiologischen Verhältnisse gewidmet ist, die andere der Darstellung pathologischer Gangarten, welche durch verschiedene Ursachen bedingt sind (Formfehler des lokomotorischen Apparats und neuropathische Zustände).

Uns interessiren hier zunächst nur die beiden physiologischen Abteilungen.

Für das unmittelbare Zeichnen der „räumlichen Beziehungen" des Ganges dienen zunächst die zeichnenden Schuhe, feste Filzschuhe,

welche drei mit einem farbegetränkten Schwämmchen versehene Röhrchen tragen, eines an dem Fersenende und je eines auf jeder Seite des breitern Teils der Vordersohle; durch dieses Hilfsmittel werden Abdrücke der Fußspuren gewonnen. — Für Gewinnung der Horizontal- und der Vertikalprojektion bedient sich V. feiner Röhrchen, welche gefärbte Flüssigkeit ausspritzen. Für die Horizontalprojektion befindet sich ein solches Spritzröhrchen vertikal gerichtet an der äußern Seite des Fersenteils des Schuhes und ein anderes horizontal nach hinten gerichtet in der Kreuzbeingegend des Rumpfs. Für die Vertikalprojektion befindet sich eine zweite horizontal gerichtete Ausflussspitze an dem Röhrchen, welches an dem Fersenende des Schuhes angebracht ist, — an den Oberschenkel und an den Unterschenkel wird je eine Schiene angelegt, welche an jedem Ende ein horizontal nach außen gerichtetes Röhrchen trägt, — und ein gleiches Röhrchen wird an einem Gürtel in der Weichengegend des Rumpfs getragen; — ferner sind noch solche Röhrchen an den Handgelenken befestigt, damit auch die Schwingungen der Arme gezeichnet werden. — Die Behälter, aus welchen die Spritzröhrchen gespeist werden, werden teils auf dem Rücken, teils auf dem Kopfe getragen. Die durch diese Hilfsmittel gewonnenen Zeichnungen werden teils durch einen auf dem Boden liegenden, teils durch einen senkrecht gestellten Papierstreifen aufgenommen.

Es ist wol die Frage erlaubt, ob ein mit diesem Apparat ausgestattetes Versuchsindividuum einen unbefangenen „natürlichen“ Gang haben kann? Wir müssen diese Frage unbeantwortet lassen und uns nicht minder in Bezug auf die Zuverlässigkeit der Spritzapparate mit der Versicherung des Autors beruhigen, dass sie „absolut sicher“ seien.

Als Ergebniss von V.'s Versuchen ist nun Folgendes anzuführen:

1) Die Schrittlänge ist selbst in dem einzelnen Versuche sehr verschieden, z. B. in den 13 einfachen Schritten des ersten Versuchs (den ersten kleinern Schritt abgerechnet) um 145 Mm. und ist unabhängig von der Schnelligkeit; — jedes Bein hat seine eigene mittlere Schrittlänge z. B. in einem bestimmten Falle das linke Bein 630,2 Mm. und das rechte Bein 640,8 Mm.
2) Die Spreizweite d. h. der seitliche Abstand je zweier Fersenspuren von einander variirt sehr bei derselben Person und selbst im einzelnen Versuch; z. B. in dem oben erwähnten ersten Versuch bei 13 Schritten zwischen 132 Mm. und 180 Mm.
3) Die Winkelstellung der Füße gegen die Richtungslinie variirt ebenfalls sehr in demselben Versuche; z. B. in dem erwähnten Versuch zwischen 11° und 19°.
4) Die seitliche Abweichung von der vorgeschriebenen Richtungslinie betrug in den Versuchen im Mittel 16,3 Mm. (Gränzen 8,9 Mm. — 27,8 Mm.) bald nach rechts bald nach links.

In Bezug auf die Bewegungen des ganzen Beins erklärt er sich ebenfalls gegen die reine Pendeltheorie und will das Schwingen von Muskeltätigkeit herleiten, — für die Abwicklung des stemmenden Beins will er für größere Schritte Kniestreckung, für kleinere „aus Bequemlichkeit" Kniebeugung wählen (die richtige Deutung der Kniebeugung und eine eingehendere Analyse der Pendelschwingung habe ich in Reichert und Du Bois Archiv 1869 gegeben). Durch die Vertikalprojektion der Beinschwingung kommt V. zu dem Satze, welchen 1850 bereits Lucae (Froriep's Tagesberichte) ausgesprochen hat, dass der Unterschenkel mit dem Fuße nicht nur mit dem Oberschenkel schwingt, sondern auch eine eigene Schwingung in seiner Aufhängung an dem Oberschenkel zeigt. — Ferner bestätigt er die Bemerkung von Carlet, dass die Hebung des Rumpfes auf das stützende Bein mit einem gewissen Ruck geschieht, wobei nach seiner Bemerkung das sich streckende Knie etwas nach hinten weicht.

Ueber die vertikalen und horizontalen Rumpfschwankungen findet sich nichts wesentlich Neues.

Beim Gehen auf den Zehen findet V. die Schritte kleiner und die Spreizweite größer als bei dem Gehen auf der ganzen Sohle; auch soll die Ferse beim Abtreten sich etwas nach innen und hinten wenden.

Der zweite Hauptteil ist den Zeitverhältnissen beim Gehen gewidmet und bietet also weniger Interesse für den Mechanismus des Ganges, namentlich da die Ergebnisse in absoluten Zahlen aufgestellt sind, welche nur individuellen Wert haben können. Dennoch enthält derselbe mehrere Gesetze von einigem Interesse.

Es ist nämlich aus den graphischen Darstellungen zu ersehen, dass in dem einzelnen Versuche die Schnelligkeit der Schritte eine ungleiche ist und zwar nicht nur für den Doppelschritt, sondern auch für den einzelnen Schritt, — und ebenso die Zeit des Ruhens auf einem Fuße, die Zeit des Schwingens des Beins und die Zeit des Abwickelns der Sohle, wobei die größere Schnelligkeit oder die Langsamkeit abwechselnd an beiden Beinen bemerkt wird und zugleich an dem einen der beiden Beine vorherrschen kann.

Mit zunehmender Schnelligkeit des Ganges nimmt die Zeitdauer für dessen einzelne Teile, nämlich die Dauer des Stehens auf einem Beine, die Dauer des Schwingens und die Dauer des Abwickelns der Sohle ab, — der einzelne Schritt (oder Doppelschritt) wird also dadurch schneller, wobei er auch zugleich länger zu werden pflegt.

Die graphisch dargestellten pathologischen Gangarten zeigen mancherlei interessante Abweichungen von den graphischen Darstellungen gesunder Gangarten und können eine bequeme Anschauung des Bildes eines durch Verstümmelung oder Krankheit veränderten Ganges gewähren.

Die Funktion der Bogengänge des Ohrlabyrinths.

Im Jahre 1828 machte Flourens die höchst interessante Beobachtung, dass bei Tauben nach Durchschneidung der Bogengänge des Ohrlabyrinths unmittelbar nach der Operation eigentümliche pendelartige Bewegungen des Kopfes auftreten, welche bei einseitiger Durchschneidung nach einiger Zeit aufhören, bei doppelseitiger in hochgradiger Weise sich zeigen und zwar stets in der Ebene der verletzten Kanäle, so dass nach Durchschneidung beider horizontaler Bogengänge die Kopfpendelung in horizontaler Richtung von einer Seite zur andern, nach der beider vertikaler Bogengänge in vertikaler Richtung von oben nach unten stattfindet. Entsprechend den Kopfbewegungen drehen sich die operirten Tauben nach Durchschneidung der horizontalen Kanäle rechts oder links im Kreise herum, während sie nach Verletzung der vertikalen Bogengänge nach vorwärts oder rückwärts häufig überstürzen. Können sich die operirten Tauben auf ebenem Boden nur schwer fortbewegen, so ist bei doppelseitiger Durchschneidung das Flugvermögen in allen Fällen gestört. Alle diese Erscheinungen treten übrigens nur nach Verletzung der häutigen Bogengänge, niemals nach der der knöchernen allein auf. Das Gehör derartig operirter Tiere war nach den Untersuchungen von Flourens erhalten. Da diese Störungen durch eine Alteration des Gehörnerven keine genügende Erklärung finden, so stellte Flourens die These auf, dass der *Nervus acusticus* aus zwei verschiedenen Nerven bestehe, dem *Nervus cochleae*, nach dessen Zerstörung regelmäßig Taubheit eintritt, da er nur der Gehörfunktion dient, und dem *Nervus vestibuli*, der sich im Labyrinth und den Bogengängen verästelt und durch dessen Läsion alle die beobachteten Störungen entstehen, und der, da nach Durchscheidung der Kleinhirnschenkel den nach Bogengangsdurchschneidung auftretenden Störungen ähnliche sich zeigen, als Fortsetzung der Kleinhirnschenkel aufzufassen ist. — Die Flourens'schen Beobachtungen wurden alsdann von Harless, Czermak, Brown-Séquard und Vulpian bestätigt und nach mancher Richtung hin ergänzt; so beobachtete Czermak häufig Erbrechen nach der Bogengangsoperation. Letztere beiden suchten die Erscheinungen in etwas anderer Weise als Flourens zu erklären. So nahm Brown-Séquard besondere sensible Fasern im *Nervus acusticus* an, durch deren Reizung auf reflektorischem Wege Kontraktionen in gewissen Muskeln entstehen, deren Folge die verschiedenen Bewegungsstörungen sind, während Vulpian die Ursachen der Störungen in einem Gehörschwindel suchte, indem bei der Durchschneidung der Bogengänge eine mechanische Erregung der Acusticusendigungen statt hat. — Löwenberg kam auf Grund experimenteller Untersuchungen an Tauben, denen er die Großhirnhemisphären abgetragen hatte, zu folgenden Re-

sultaten: 1) die nach Durchschneidung der halbzirkelförmigen Kanäle auftretenden Bewegungsstörungen hängen nur von dieser Verletzung ab und sind die Folge von Reizung der häutigen Kanäle und nicht von Lähmung derselben; 2) die Reizung der häutigen Kanäle ruft die krampfhaften Bewegungen auf reflektorischem Wege hervor, ohne jede Beteiligung des Bewusstseins; 3) die Uebertragung dieser reflektorischen Erregung von den Nerven der häutigen Kanäle auf die motorischen Nerven findet im Thalamus statt.

Während unter Bestätigung der Flourens'schen Beobachtungen von den verschiedenen Forschern nur andere Erklärungen für die Bewegungsstörungen angestrebt wurden, wurde die Bogengangsfrage durch Goltz (Pflüger's Archiv für Physiologie Jahrgang III) in ein neues Stadium übergeführt, indem er eine Hypothese aufstellte, die die Erscheinungen erklären und gleichzeitig über die Funktion der halbzirkelförmigen Kanäle Aufschluss geben sollte. Goltz beobachtete nämlich an zwei Tauben, denen die Bogengänge zerstört waren, eine Verdrehung des Kopfes um 180° der Art, dass sie den Hinterkopf auf den Erdboden legten und den Schnabel nach oben hielten. Nur selten verweilte der Kopf in dieser ungewöhnlichen Haltung; es wechselte die abnorme Kopfstellung mit der geraden wiederholt ab. Dabei bestanden Reitbahnbewegungen des Körpers, häufig auch Rückwärtsbewegungen, die besonders heftig wurden, wenn die Tiere lebhaft erregt wurden. Das Flugvermögen war aufgehoben; ließ man sie frei in der Luft herabfallen, so stürzten sie zu Boden. Da diese von Goltz beobachteten Störungen denjenigen ähnlich waren, welche Tiere zeigen, denen der Kopf in abnormer Stellung fixirt wird, so glaubte Goltz, dass die Störungen der Körperbewegungen abhängig sind einzig und allein von der fehlerhaften Kopfhaltung, die ihrerseits wieder herbeigeführt ist durch den Verlust der Bogengänge und stellte so die These auf, dass die Bogengänge „eine Vorrichtung bilden, welche der Erhaltung des Gleichgewichts dient", dass sie, „sozusagen, Sinnesorgane für das Gleichgewicht des Kopfes und mittelbar des ganzen Körpers sind." Goltz nahm an, dass die in den Ampullen vorhandenen Nervenendigungen in ähnlicher Weise geeignet sind, durch Druck oder Dehnung erregt zu werden, wie etwa die Nerven der äußern Haut. Nur würde die in den Bogengängen befindliche Endolymphe diejenigen Abschnitte der Wandung am stärksten anspannen, welche am meisten nach abwärts gelegen sind; je nach der Kopfstellung wird die Verteilung des Drucks der Flüssigkeit wechseln und einer jeden Kopfhaltung wird demgemäß eine bestimmte Nervenerregung entsprechen, aus der das Gehirn auf die entsprechende Kopfhaltung und die Kopfbewegung zurückschließen wird. Werden nun die Bogengänge zerstört, so werden die Nachrichten, welche das Gehirn über die Kopfstellung erfährt, ungenau und die Bewegungen werden nicht mehr richtig abgeschätzt; es ent-

steht hieraus ein Schwindelgefühl, als dessen Resultat die Bewegungsstörungen sich ergeben.

Die Hypothese von Goltz wurde von einzelnen Forschern, Mach, Breuer, Crum Brown, Spamer u. A. adoptirt, wenn sie auch den physiologischen Vorgang in etwas anderer Weise, als Goltz es that, zu erklären versuchten; so sollten nach Breuer bei Bewegungen des Kopfes durch den Stoß der Endolymphe eine Reibung an den Wänden und eine Biegung der Hörhaare in den Ampullen eintreten und so eine Reizung der halbzirkelförmigen Kanäle entstehen. Cyon ist der Meinung, dass die Bogengänge zu gewissen räumlichen Vorstellungen und Empfindungen in Beziehung stehen und betrachtet sie als die peripheren Organe des Raumsinns, womit besonders auch die Lage der Bogengänge nach der Richtung der drei Dimensionen übereinstimmt. Nach ihm „tragen die Bogengänge nur dadurch zur Unterhaltung des Gleichgewichts unsers Körpers bei, indem sie uns über die Stellungen des Kopfes im Raum unterrichten; und durch Vermittlung der in den häutigen Bogengängen endenden Nervenfasern werden uns fortwährend eine Reihe unbewusster Empfindungen mitgeteilt, welche direkt zu unbewussten Schlüssen über die Stellung des Kopfes im Raume führen."

Die Goltz'sche Hypothese konnte nur bestehen bleiben unter der Voraussetzung, dass die Kopfverdrehung und die Schwindelerscheinungen auf die Zerstörung der Bogengänge allein zu beziehen sind, und dass jede Gehirnläsion hierbei unter allen Umständen ausgeschlossen ist. Goltz selbst bemerkt Eingangs seiner Arbeit, dass drei Elemente erforderlich seien, damit das Gleichgewicht beobachtet werde 1) das Centralorgan selbst, 2) gewisse hirnwärts leitende Nervenfasern sammt Endorganen, 3) gewisse Bewegungsnerven nebst ihren Endapparaten. Wird nun eins dieser Elemente in seiner Funktion geschädigt, so kann die Erhaltung des Gleichgewichts erschwert oder aufgehoben werden. Goltz glaubte nun jede Nebenverletzung benachbarter Gehirnteile bei der Bogengangsoperation ausschließen zu müssen und zur Sicherung seiner Anschauung beruft er sich auf eine Versuchsreihe an Fröschen, wonach die Durchschneidung der *N. acustici* schon außerhalb der Schädelhöhle Gleichgewichtsstörungen des Operationstiers herbeiführt, übereinstimmend mit Untersuchungen von Brown-Séquard, in denen nach Durchschneidung des Gehörnerven selbst Roll- und Drehbewegungen auftreten. Es müssen also — und hier stimmt Goltz mit Flourens und Brown-Séquard überein — im *Nerv. acusticus* noch andere nervöse Elemente vorhanden sein, die sich im innern Ohr verästeln und durch deren Erregung Schwindelzustände erzeugt werden; eine Annahme, die mit den Untersuchungen von Magendie, Valentin und Schiff im Widerspruch steht. Ausdrücklich betont Schiff: „die Hypothese, dass der Acusticus in zwei Nerven zerfalle, von denen der eine dem Gehör diene,

während der andere die eigentümlichen Bewegungen des Kopfes vermittele, die Flourens nach der Durchschneidung der halbzirkelförmigen Kanäle beschrieb, entbehrt aller Begründung." — Sehen wir nun, inwieweit die von Goltz vertretene Anschauung sich bestätigt. Nachdem bereits gelegentlich der Goltz'schen Demonstration auf der Naturforscherversammlung zu Innsbruck von ohrenärztlicher Seite (Gruber u. A.) erhebliche Bedenken laut geworden waren, da die pathologischen Erfahrungen nicht im Einklang standen mit der Goltz'schen Behauptung, war es ganz besonders Böttcher, der durch eine sorgfältige experimentelle Untersuchung an Tauben den Nachweis führte, dass die Goltz'sche Hypothese, soweit die Störungen des Rumpfes von der Kopfverdrehung abhängig seien, auf falschen Beobachtungen beruhe und dass die Kopfverdrehung selbst die Folge einer die Bogengangsoperation complicirenden Hirnläsion sei, wie sie stets und immer wieder auftreten müsse, wenn man, wie Goltz, mit einem Meißel schonungslos die Bogengänge herausgrabe, und endlich dass alle nach der Bogengangsoperation auftretenden Erscheinungen zu beziehen seien auf die Verletzung des Gehirns und speciell der Kleinhirnschenkel. Böttcher's Beobachtungen wurden später von Anna Tomaszewicz (Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths, Zürich 1877) größtenteils bestätigt. Trotzdem ist es auffallend, dass selbst die bedeutendsten Forscher (Helmholtz, Tonempfindungen 1877 p. 249) sich mehr und mehr der Goltz'schen Anschauung hinneigen. Bei der Wichtigkeit des vorliegenden Gegenstandes schien es deshalb notwendig, die Frage von Neuem aufzunehmen, zumal sich durch eine interessante Beobachtung, die H. Munk an einem Hunde gemacht hatte, neue Anhaltspunkte für die Lösung des Problems zu ergeben schienen. Bei dem betreffenden Hunde bestanden nämlich mehrere Monate lang Schwindelerscheinungen und Kopfverdrehung, als deren Ursache bei der Obduktion eine pralle Anfüllung der betreffenden Paukenhöhle mit einer wässerigen Flüssigkeit sich ergab, ohne dass im Labyrinth und Gehirn gröbere Veränderungen nachzuweisen waren. Hier bestanden also Schwindelerscheinungen, ähnlich wie sie nach Verletzung der Bogengänge von Flourens und Cyon an Säugetieren beobachtet worden waren, ohne dass eine direkte Läsion der Bogengänge stattgefunden hatte. War es möglich, die Bedingungen zu erforschen, unter denen hier die Schwindelerscheinungen entstanden, so war wol zugleich auch zu ergründen, welchen Anteil die Bogengänge an diesen Symptomen haben. Da ein direkter Angriff der Bogengänge bei Säugetieren wegen der außerordentlichen Nähe des Gehirns ohne gleichzeitige Mitläsion desselben durch Zerrung oder Quetschung nicht möglich ist, so musste ein anderer Weg des Experiments betreten werden. So gab die Obduktion des obigen Hundes die Veranlassung, den Versuch zu machen, ob nicht durch Drucksteigerung in der Paukenhöhle ähnliche Erscheinungen, wie nach Bogengangsdurchschnei-

dung entstehen. Die von mir ausgeführten Versuche haben in der Tat den Erwartungen entsprochen. Wurde Wasser oder $^3/_4$ % Kochsalzlösung von 9 bis 15° C. in die Paukenhöhle von Kaninchen eingespritzt, so traten Verdrehung des Kopfes und Nystagmus auf; mit Steigerung des Drucks nahmen alle Erscheinungen an Intensität zu. Während nach einseitigen Einspritzungen die meisten Tiere ohne jede weitere Störung fortlebten, starben nach doppelseitigen und unter höherm Druck gemachten Einspritzungen die Tiere gewöhnlich innerhalb weniger Tage an Gehirnentzündung. Machte ich Einspritzungen von wärmerm Wasser von ca. 38° C., so musste der Druck, sollten die Erscheinungen entstehen, recht erheblich gesteigert werden. Hier blieben die meisten Tiere selbst nach doppelseitigen und unter sehr hohem Druck gemachten Einspritzungen am Leben, nur wenige starben einige Tage nach der Operation an Gehirnentzündungen. Wurden endlich concentrirtere Kochsalzlösungen, verdünntes Ammoniak und andere differente Flüssigkeiten eingespritzt, so folgten auch jetzt Kopfverdrehung und Nystagmus, häufig auch Roll- und Kreisbewegungen. Die Erscheinungen wurden um so heftiger, je niederer temperirt oder je chemisch differenter die Flüssigkeit war und je rascher sie eingespritzt wurde. Der Tod des Operationstiers erfolgte an demselben oder am folgenden Tage, und die Obduktion ergab in allen Fällen Hyperämie und Oedem des Gehirns, auch Entzündungen oder Hämorrhagien an den dem Ohre benachbarten Hirnpartien.

Diese Erfahrungen ließen keine andere Deutung zu, als dass die eingespritzten Flüssigkeiten unmittelbar an das Gehirn gelangen, und die anatomische Untersuchung lehrte, dass bei den Einspritzungen die Membran des runden Fensters gesprengt wurde und dass die Flüssigkeiten durch dasselbe hindurch in den *Aquaeductus cochleae* und von da bei der bestehenden Verbindung der *Scala tympani* der ersten Schneckenwindung mit dem subduralen Raum durch denselben bis an das Gehirn gelangen.

Die nämlichen Schwindelerscheinungen ließen sich auch herbeiführen, wenn man die Paukenhöhle mittels einer in dieselbe eingeführten Glasröhre mit den Flüssigkeiten belastete. Die Schwindelerscheinungen traten erst dann auf, wenn die Flüssigkeitssäule eine gewisse Höhe erreicht hatte; war dies nicht der Fall, so blieben die Erscheinungen aus, und es zeigte sich, dass bei kaltem Wasser und bei kalter $^3/_4$procentiger Kochsalzlösung die Höhe wesentlich größer sein musste, als bei den chemisch sehr differenten Flüssigkeiten. In allen Versuchen, in denen die Schwindelerscheinungen aufgetreten waren, fand sich bei der Obduktion das runde Fenster zerrissen und die eingeführte Flüssigkeit im subduralen Raum, bezüglich an der Ausmündungsstelle des *Aquaeductus cochleae* an der *Fossa jugularis*, nachweisbar. Es ging aus diesen Versuchen hervor, dass es eines gewissen Drucks bedurfte, der Flüssigkeit von der Paukenhöhle aus

den Weg zum Gehirn zu bahnen und dass dann der Ueberdruck, die niedere Temperatur, die chemische Natur der Flüssigkeiten eine mechanische, thermische oder chemische Reizung derjenigen Hirnpartie setzten, auf welche die Flüssigkeit stieß, eine Reizung, deren Folge die Schwindelerscheinungen waren. In Uebereinstimmung damit steht das Ergebniss früherer Versuche; denn an der Ausmündungsstelle des *Aquaeductus cochleae*, an der *Fossa jugularis* liegt derjenige Teil des *Corpus restiforme*, durch dessen direkte mechanische Reizung nach den Untersuchungen von Magendie, Brown-Séquard, Schiff und Schwahn die nämlichen Schwindelerscheinungen entstehen. Wir sehen demnach aus diesen Versuchen, dass eine Hirnreizung die Ursache der Schwindelerscheinungen ist, eine Hirnreizung, die bei der vorliegenden Versuchsanordnung sich allerdings mit einer Reizung des Labyrinths complicirt, da die eingespritzten Flüssigkeiten das Labyrinth passiren. Sollte das Experiment mit genauer Präcision auf die gegebene Frage Antwort geben, so musste nach einer Methode gesucht werden, die es ermöglichte, das Labyrinth allein ohne Mitläsion des Gehirns dem experimentellen Angriff auszusetzen. Beim Hunde gelingt es leicht nach der von Herrn Heidenhain geübten Methode vom Halse her die *Bulla ossea* zu erreichen und nach Entfernung eines Stücks derselben durch Wegbrechen der untern Wand[1]) der Schnecke das Labyrinth frei zu legen. Je nachdem die Operation ein- oder beiderseits ausgeführt ist, sind die Hunde auf einem oder beiden Ohren taub, zeigen aber keine Spur einer Gleichgewichtsstörung. Tötet man sie nach Monaten, so findet man das ganze Labyrinth im Zustande hochgradigster fettiger Degeneration, Sacculus und Utriculus häufig kaum auffindbar, die Schnecke in ein Narbengewebe verwandelt. Wird dagegen die ganze Schnecke entfernt, so treten Nystagmus und Kopfverdrehung neben der Taubheit ein. Die Sektion lehrt, dass jedesmal bei Entfernung der Schnecke der *Porus acusticus internus* im Grunde seines Ganges und durch Abreißen des *Nervus acusticus* die Schädelhöhle eröffnet worden ist. Dass auch immer bei der Operation Cerebrospinalflüssigkeit abfließt und mit dem Abreißen des *Acusticus* an der Gehirnsubstanz gezerrt wird, ist leicht verständlich. Während somit diese Läsionen regelmäßig sofort Schwindelerscheinungen bedingen, kommt es nie und nicht im mindesten zu solchen Erscheinungen, wenn jeder Angriff der Schädelhöhle vermieden ist, wenn auch das häutige Labyrinth sich entzündet und die vestibulären Acusticuszweige ganz zu Grunde gehen.

Aus diesen Versuchen geht, wie ersichtlich, hervor, dass das Ohr-

1) In der Mitteilung an die Akademie vom 13. Januar 1881 ist nur vom „Wegbrechen des Promontoriums“ die Rede; ich gebrauche nunmehr aus den von H. Munk in seiner Arbeit „Ueber die Hörsphäre der Großhirnrinde“ Monatsbericht der königl. Akademie. Mai 1881, auseinandergesetzten Gründen diese Fassung.

labyrinth in keinem ursächlichen Zusammenhang mit den Schwindelerscheinungen steht, dass sie vielmehr bedingt sind durch die Mitläsion dem Ohr benachbarter Gehirnpartien. Hat auch in diesen Versuchen ein direkter Angriff der einzelnen Bogengänge nicht stattgehabt, so ist doch bewiesen, dass, da die vestibulären Acusticusendigungen zu Grunde gingen und in den Bogengängen selbst bisher Nerven nicht nachgewiesen werden konnten, auch die Bogengänge selbst eine Beziehung zu den Schwindelerscheinungen nicht haben. Da nun bei den Bogengangsdurchschneidungen an Tauben dennoch Gleichgewichtsstörungen auftreten, so entsteht die Frage, ob die Verhältnisse bei der Taube anders sich gestalten oder ob bei der Durchschneidung selbst der oberflächlicher gelegenen Bogengänge jedesmal Gehirnläsionen gesetzt werden, die die Störungen in genügender Weise erklären.

Die nach Bogengangsdurchschneidung auftretenden Störungen sind zweifacher Art; man unterscheidet am besten die unmittelbar nach der Operation auftretenden, wie sie bereits Flourens beschrieben — ich nenne sie die primären — und die erst meist mehrere Tage nach der Operation auftretenden, d. i. die Kopfverdrehung, auf die Goltz so großes Gewicht gelegt — ich nenne sie die sekundären. Betrachten wir zunächst die sekundären Erscheinungen, die sich meist zwischen dem 5. und 8. Tage an der operirten Taube entwickeln. Die anatomische Untersuchung derartiger Tauben einige Wochen nach der Operation ergibt nach meinen Untersuchungen stets den nämlichen Befund. Es fand sich bei einseitiger Operation auf der operirten Seite und bei doppelseitiger Operation meist auf beiden Seiten eine Knochennarbe, die Bogengänge selbst waren in dem erweichten Gewebe kaum auffindbar. Das Labyrinth war total vereitert, und der entzündliche Process hatte das Gehirn selbst in Mitleidenschaft gezogen. Besonders afficirt war der seitliche Kleinhirnfortsatz auf der betreffenden Seite und bei doppelseitigen Operationen in erheblicherm Maße auf der Seite, nach der die Kopfverdrehung erfolgt war; man fand daselbst die oberflächlichste Partie fettig degenerirt.

Wie in diesen Fällen die Kopfverdrehung sich allmählich entwickelt durch das Uebergreifen der Entzündung auf das Gehirn vom Ort der Verletzung aus, so kann sie auch durch tiefere Läsionen der Bogengänge, gleichgültig, ob die Operation einseitig oder doppelseitig ausgeführt ist, und gleichgültig, welche Bogengänge durchschnitten sind, sogleich nach der Operation oder wenige Stunden nach derselben auftreten. Die Obduktion ergibt in fast allen diesen Fällen Blutungen an der *Medulla oblongata* am Eingang des vierten Ventrikels, größere und kleinere Blutungen in der Gehirnsubstanz selbst und ganz besonders im Cerebellum, sowie auch am Pons.

Da die direkte Verletzung des seitlichen Kleinhirnfortsatzes und seiner Umgebung mit der Nadel eine Verdrehung des Kopfes nach

dieser Seite bedingt, so ist nach den angeführten Befunden die Ursache für die Kopfverdrehung stets eine Affektion des Gehirns, die entweder sogleich nach der Bogengangsverletzung eintritt, oder erst sekundär durch ein Uebergreifen der Entzündung auf das Gehirn vom Schädelknochen aus sich bildet, wie dies auch bei der von H. Munk beschriebenen Taube, der auf einer Seite sämmtliche Bogengänge fehlten, der Fall war. Hiermit widerlegt sich die Lehre von Goltz mit all' ihren Consequenzen.

Es bleiben nun noch die primären Erscheinungen übrig, wie sie bereits von Flourens beschrieben wurden und die die Annahme eines statischen Sinnes in den Bogengängen hätten zulassen können, umsomehr als nach den Angaben von Flourens, Cyon u. A. zwischen der Richtung der Bogengänge und den Koordinationsstörungen ein bestimmtes Abhängigkeitsverhältniss bestehen sollte. Meine Versuche haben die frühern Angaben nicht bestätigen können. Trotz genauer Beobachtung haben sich der Richtung der Bogengänge entsprechende Gleichgewichtsstörungen nicht herausgestellt; die Koordinationsstörungen des Rumpfes entsprechen der Richtung der verletzten Kanäle in keiner Weise; die Taumelbewegungen erfolgten nach denselben Richtungen, gleichgültig, ob die horizontalen oder vertikalen Bogengänge durchschnitten waren. Wenn auch eine gewisse Abhängigkeit der Störungen von der Richtung der durchschnittenen Kanäle bei den Pendelbewegungen des Kopfes nach Durchschneidung zweier gleichnamiger Kanäle vorhanden ist, so finden sich doch häufig genug ganz zweifellose Abweichungen. Dazu kommt, dass die Pendelbewegungen des Kopfes überhaupt ganz fehlen können, wie es wiederholt nach Durchschneidung der hintern vertikalen Bogengänge der Fall ist, ja sogar in andern Fällen sich von vornherein ersetzt zeigen durch Kopfverdrehungen, wie sie in der Regel sonst erst nach mehrern Tagen eintreten. Hält man damit zusammen, dass hin und wieder Kopfverdrehungen, nachdem sie zwei bis drei Monate lang bestanden haben, allmählich sich verlieren und von Neuem Pendelbewegungen eintreten, so bleibt kein Zweifel, dass auch die Kopfpendelungen in centralen Störungen begründet sind. Diese Behauptung findet ihre gewichtige Stütze in der anatomischen Configuration der Teile und in der nahen Beziehung, die zwischen dem Gehirn und den Bogengängen besteht. Bei den Tauben stellt nämlich der *Aquaeductus vestibuli* nach seinem Austritt aus der *Apertura aquaeductus vestibuli* nach den Untersuchungen von Hasse und Böttcher eine Communikation des Labyrinths mit dem subduralen Raum her; es communicirt demnach die endolymphatische Flüssigkeit mit der cerebrospinalen, wie dies Schwalbe und F. E. Weber nachgewiesen haben. Bei jeder Bogengangsdurchschneidung wird so eine Veränderung innerhalb der Schädelhöhle und eine direkte Einwirkung aufs Gehirn gesetzt. Dadurch, dass die Schädelhöhle bei jeder Bogengangsdurchschneidung direkt

eröffnet wird, erfahren die Druckverhältnisse des Gehirns zugleich mit denen des endolymphatischen Raums eine beträchtliche Aenderung und durch den Abfluss der Endolymphe und der Cerebrospinalflüssigkeit wird der Druck in der Schädelhöhle plötzlich herabgesetzt, als deren Folge nach den Untersuchungen von Magendie Taumelerscheinungen auftreten. So erklären sich die primären Symptome, die, wenigstens soweit es sich um die Gleichgewichtsstörungen am Rumpfe der operirten Tauben handelt, nach ein- und doppelseitiger Durchschneidung nur graduell verschieden sind.

Schwieriger zu erklären sind die Kopfpendelbewegungen nach Durchschneidung zweier gleichnamiger Kanäle, zumal ein gewisses Abhängigkeitsverhältniss zwischen der Richtung des Kopfpendelns und der durchschnittenen Kanäle sich herausgestellt hatte. So sehr die vorliegenden Tatsachen mit Evidenz ergeben, dass auch die Kopfpendelungen aus centralen Ursachen entstehen, so sind doch die bisherigen Erklärungen nicht ganz ausreichend, was auch nicht Wunder nehmen darf; wissen wir ja über die Funktion der Bogengänge trotz aller bisherigen Untersuchungen überhaupt Nichts. Nur das lässt sich aus den vorliegenden Tatsachen mit Sicherheit behaupten, dass, welche Funktionen die Bogengänge auch immerhin haben mögen, sie der Erhaltung des Körpergleichgewichts nicht dienen und dass sie Sinnesorgane für den sogenannten statischen Sinn nicht sind, da die Schwindelerscheinungen nach Bogengangsverletzungen bei den Säugetieren, wie bei den Vögeln nicht anders als in Verbindung mit Hirnläsionen auftreten, und zwar mit Hirnläsionen, welche zur Erklärung der Schwindelerscheinungen ausreichend sind. Unter diesen Umständen bedarf es keines Beweises weiter, dass die Gleichgewichtsstörungen weder einer Reizung noch einer Lähmung der labyrinthären Acusticuszweige, wie vielfach behauptet wurde, ihre Entstehung verdanken. Bei meinen Versuchen haben sich keine Tatsachen eruiren lassen, die diese Annahme stützen konnten; weder einer akuten Reizung der Vorhofszweige des *Acusticus*, noch einer chronischen mit einer endgültigen Lähmung derselben folgten irgend welche Koordinationsstörungen nach, wie auch die neuerdings von Retzius sorgfältig untersuchte Verzweigungsart des Acusticus im Labyrinth, gegenüber der frühern Einteilung in die beiden Hauptzweige *Nervus vestibuli* und *cochleae*, als nicht den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend sich so herausstellte, dass der *Ramus vestibularis nervi acustici* sich nur in drei Zweige teilt und zwar für den *Utriculus*, die *Ampulla sagittalis* und die *Ampulla horizontalis*, und dass der *Ramus cochlearis* sich in drei Zweige teilt, die zur *Ampulla frontalis*, dem *Sacculus* und der *Cochlea* gehen. Retzius bemerkt hiebei mit Recht, dass in dieser Nervenverteilung eine Stütze für die Annahme eines statischen Sinnes in den Bogengängen gewiss nicht gegeben sei.

Benno Baginski (Berlin).

A. Wernich, Grundriss der Desinfektionslehre zum praktischen Gebrauch auf kritischer und experimenteller Grundlage bearbeitet.

Wien und Leipzig. Urban und Schwarzenberg 1880.

Enthielte Herrn Wernich's Buch wirklich weiter nichts als eine Aufzählung der Desinfektionsmittel und ihrer Wirkung, wäre dasselbe ein noch so gewissenhafter und zielbewusster Ratgeber für Beamte, denen die Anordnung und Ueberwachung hygienischer Maßregeln zukommt — dies alles wäre kaum im Stande eine Besprechung dieses Grundrisses im biologischen Centralblatt zu rechtfertigen.

Und in der Tat, es ist viel mehr ein Grundriss der Infektionslehre als der Desinfektionslehre, welchen der Herr Verfasser unter seinem anspruchslosen Titel verbirgt. Eine mit seltenem Geschick abgefasste Einleitung erläutert die Motive für eine Desinfektion. Eine Krankheit, welche ein Individuum, eine Gemeinde, ein ganzes Volk ergriffen hat oder bedroht, soll gebannt werden. Es sind infektiöse Krankheiten, welche die Desinfektion bekämpft. Als miasmatische, contagiöse und contagiös-miasmatische Krankheiten werden sie auf Einwanderung specifischer (?) Krankheitserreger zurückgeführt. Die berechtigte Skepsis erkennt allerdings in manch enthusiastischem Schluss eine Möglichkeit. Wenn in einer Typhusleiche Mikroorganismen gefunden werden, so können diese vielleicht den Typhus hervorgerufen haben.

Welche Mikroorganismen sind es nun, gegen die das Heer der Desinfektionsmittel ins Feld geführt wird? Es sind wol niedrigste Organismen, einer nahezu unbegrenzten Anpassung und Vermehrung fähig, gefährlich in dem Augenblick, in welchem sie einem adäquaten Medium einverleibt werden.

Da nun die Forschung bisher keine Handhabe bietet die Krankheitserreger sicher zu treffen und damit die Krankheit zu beseitigen, richtet sich das Bestreben darauf prophylaktisch zu desinficiren um einen für die Aufnahme der präsumptiven Krankheitserreger ungeeigneten Nährboden herzustellen. In dieser Absicht wird die methodische Desinfektion der Aborte, der Verkehrswege und Verkehrsmittel, der Gefängnisse und Kasernen, der Wohnräume nebst totem und lebendem Inventar unternommen.

Die Mittel der Desinfektion sind durchaus nicht immer chemische Substanzen. Der Begriff Desinfektion muss erweitert werden. Er bedeutet: Maßregeln zur Vernichtung der Krankheitserreger, zur „Reintegration“ verdächtiger Gegenstände, endlich methodische Prophylaxe gegen das Aufkommen von Infektionskrankheiten. Nach dieser Definition wird die Quarantäne der Menschen, Tiere, Schiffe und Waaren — wenn man sich davon etwas verspricht — durch einen längern Aufenthalt an einem nicht inficirten Ort, resp. durch Wärme

oder chemische Agentien ebenso unter den Begriff „Desinfektion“ fallen, wie die schnelle Beseitigung der Leichen zur Zeit einer Epidemie — am besten durch Verbrennung — oder endlich die künstliche Ventilation in Krankenhäusern. Die Methode, nach welcher all diese verschiedenen Sicherheitsmaßregeln angeführt werden, schildert das vorliegende Buch meist sehr anschaulich. Gute Abbildungen finden sich am rechten Ort. Endlich erleichtert ein übersichtliches Inhaltsverzeichniss und ein sorgsam gearbeitetes Register die Benutzung des Werks.

Theoretisches Raisonnement, eigne Beobachtungen und Erfahrungen werden Wernich's Buch den Beifall der Praktiker und Theoretiker erwerben.

Th. Weyl (Erlangen).

H. Bolau, Ueber die Paarung und Fortpflanzung der Scylliumarten.

Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 35, Heft 2. S. 321.

Bolau's Beobachtungen über die Paarung von *Scyllium canicula* im Aquarium des Hamburger Zoologischen Gartens weichen sehr von dem ab, was Schmidtlein (Mitt. d. zoolog. Station, Bd. I) in der zoologischen Station zu Neapel sah und als Begattung deutete. Der letztgenannte Autor schreibt: „Das Weibchen wird vom Männchen mit den Zähnen an der Brustflosse ergriffen, und nun rollen und balgen sie sich auf dem Sande herum, wie in erbittertem Zweikampf. Die Begattung dauerte in den beobachteten Fällen ungefähr 10—15 Sekunden“. Dagegen lagen nach Bolau's Beobachtungen die Tiere während der etwa 20 Minuten dauerten Paarung ganz still in einer eigentümlichen Umschlingung, wobei das Männchen eine sehr stark angeschwollene Pterypodium in die Kloake des Weibchens eingeführt hatte; nur beim Männchen waren offenbar im Zustand der höchsten Erregung, schwache, den ganzen Körper ergreifende Zuckungen zu bemerken. Einige weitere Mitteilungen beziehen sich auf die Dauer der Entwicklung. (10 Eier von *Scyllium catulus*: 157—176 Tage; 4 aus dem Aquarium in Brighton erhaltene Eier von *Sc. canicula* brauchten in Hamburg noch 235—280 Tage.)

J. W. Spengel (Bremen).

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **15. November 1881.** **Nr. 15.**

Inhalt: **Wiesner,** Das Bewegungsvermögen der Pflanzen. — **Pfeffer,** Pflanzenphysiologie. — **Karsch,** Aus der Biologie der Blepharoceriden. — **Gruber,** Der Teilungsvorgang bei den Rhizopoden. — **Balfour,** Die Kopfniere der ausgewachsenen Teleostier und Ganoiden. — **Krause,** Zum Sacralhirn der Stegosaurier. — **Krause,** Die Nervenendigung in den Tastkörperchen. — **Wernicke,** Lehrbuch der Gehirnkrankheiten für Aerzte und Studirende. — **Obersteiner,** Der centrale Ursprung des Nervus glossopharyngeus. — **Drechsel,** Bildung des Harnstoffs im Organismus. — **Roussy,** Untersuchungen über Angina pectoris. — **Cohnheim,** Ueber die Folgen der Kranzarterienverschliessung für das Herz. — **Salvioli,** Die gerinnbaren Eiweissstoffe im Blutserum und in der Lymphe des Hundes. — **Welcker,** Die neue anatomische Anstalt zu Halle. — Erklärung.

Julius Wiesner, Das Bewegungsvermögen der Pflanzen.

Eine kritische Studie über das gleichnamige Werk von Charles Darwin. Nebst neuen Untersuchungen. 8°. VI. 212 S. Wien 1881. Alfred Hölder.

In der Pflanzenphysiologie bestehen Probleme, die sich auf Erscheinungsreihen beziehen, welche von jeher auch das Interesse anderer als der speciellen Fachleute zu erregen vermochten; dahin gehören u. A. die Bewegungen ganzer Pflanzenorgane, hinsichtlich derer es z. B. nur eines Hinweises auf die berühmten Arbeiten Brücke's über die Bewegungen der Blätter von *Mimosa* bedarf.

Wenn über eine derartige Frage sich eine Diskussion erhebt zwischen zwei Pflanzenphysiologen ersten Rangs, wie Darwin und Wiesner, so wird neben dem Thema schon durch das wissenschaftliche Ansehen der Disputatoren Aufmerksamkeit in weitern Kreisen gefordert.

Darwin und Wiesner gehören zu unsern erfindungsreichsten Experimentatoren, deren Talent der Schwierigkeit und Ausdehnung der gewählten Aufgabe angemessen ist; zugleich ist der individuelle Forschungsgang beider großenteils ein grundverschiedener; die Eigenart beider Männer konnte aber nicht treffender zum Ausdruck gelangen, als in diesen einander entgegenstehenden Schriften[1]).

1) Das bezügliche Buch Darwin's findet sich in Nr. 6 des biologischen Centralblatts besprochen.

Die Besonderheit Darwins, pflanzenphysiologische Probleme zu behandeln, wird von seinem Gegner Wiesner selbst in der Einleitung seines Werks in beredten Worten an das Licht gestellt; ich erlaube mir, einige der diesbezüglichen Aeußerungen Wiesner's zusammenzustellen.

„Schon diese Andeutungen lassen deutlich erkennen, dass uns Darwin wieder ein Werk von höchster Originalität geliefert hat, welches eine Fülle neuer interessanter Beobachtungen und geistreicher biologischer Bemerkungen über den Zweck der Bewegung für das Leben der Pflanze enthält.... Man muss sich wahrlich wundern, wie ungemein einfach alle seine Experimente sind, wie die naheliegendsten Gebrauchsgegenstände, die Jedermann zur Hand sind, von ihm zu den Versuchen herangezogen werden. Mit einigen Wachszündern findet er die Aequivalenz zwischen intermittirender und constanter Beleuchtung beim Heliotropismus völlig unabhängig von mir, aber in Uebereinstimmung mit dem Ergebnisse meiner Untersuchung, zu dem ein eigens konstruirter Apparat und eine Lichtquelle von konstanter Leuchtkraft mir erforderlich schien".

Dem gegenüber charakterisirt sich Wiesner in allen seinen Arbeiten als der Forscher, welcher, die strengen Methoden der experimentellen Physik mit Meisterschaft beherrschend, stets die ihm von dieser Wissenschaft dargebotenen Hülfsmittel bis zu den feinsten Subtilitäten der Fragestellung auszunutzen weiß, und dem es auch wie wenigen geglückt ist, wichtige Aufgaben wirklich messend zu lösen. Durch die Genauigkeit der angewandten Methode gelingt es ihm auch in diesem Buche, viele der wegen der Natur der Pflanze einer physikalischen Behandlungsweise entgegenstehenden Schwierigkeiten zu überwinden und die physiologischen Tatsachen so zurecht zu legen, dass ihre Erklärung auf eine Zurückführung auf physikalische Wechselwirkungen hinausläuft. Die überall sich hindurchziehende bewusste Erkenntniss, dass wir komplicirte Bewegungserscheinungen nur dadurch begreiflicher machen können, dass wir sie in einfachere, physikalisch übersehbare Processe auflösen, führt ihn zu Auffassungen, zu Deutung der Erscheinungen, welche denjenigen Darwin's sich oft diametral entgegenstellen.

Aber nicht blos Kritik wird uns in dem Buche Wiesner's geboten, sondern neben eindringender Verwertung eigener früherer Beobachtungen wird zugleich eine Fülle neuer Untersuchungen mitgeteilt. Wenden wir uns seinem speciellen Inhalt zu.

Das Hauptergebniss der zur Diskussion kommenden Anschauungen Darwin's war dieses, dass das freie Ende jedes wachsenden Pflanzenteils eine kreisende oder genauer schraubenlinige Bewegung ausführt, welche er Circumnutation genannt hat, und diese Circumnutation soll die Urbewegung sein, die Erscheinung in einfachster

Form, von welcher alle andern Pflanzenbewegungen sich ableiten lassen.

Diese allgemeine Circumnutation vermag Wiesner als eine besondere Bewegungsform nicht anzuerkennen; er erblickt darin teils nur gewisse Ungleichmäßigkeiten im Wachstum, teils eine combinirte Bewegung, welche durch die Concurrenz der der Pflanze inhärenten Kräfte mit äußern Einwirkungen zu Stande kommt. Er erklärt daher den Versuch Darwins, die überwiegende Mehrzahl der Pflanzenbewegungen auf eine Einheit zurückzuführen, für missglückt; die Ursache davon sei, dass Darwin nicht die erforderliche methodische Strenge bei seinen Beobachtungen habe walten lassen.

Ein zweiter Hauptdifferenzpunkt ist dieser, dass Darwin die Wirkungsweise äußerer Agentien, wie Licht, Schwerkraft, Druck als Reizerscheinungen auffasst, die auf einen bestimmten Punkt der Pflanze, z. B. die Wurzelspitze, einwirken, und deren Einfluss erst von diesem Angriffspunkt zu den wachsenden Teilen des Organs hingeleitet werde, um dort sich geltend zu machen. Diese Anschauung Darwin's gipfelt in folgenden Worten: „Es ist kaum eine Uebertreibung, wenn man sagt, dass die Spitze des Würzelchens, welche das Vermögen die Bewegungen der benachbarten Teile zu leiten hat, gleich dem Gehirn eines der niedern Tiere wirkt; das Gehirn sitzt innerhalb des vordern Endes des Kopfes, erhält Eindrücke von dem Sinnesorgan und leitet die verschiedenen Bewegungen."

Dem gegenüber vertritt und begründet Wiesner den Satz, dass äußere Kräfte nur an den Stellen der Pflanze zur Wirkung gelangen, wo sie direkt angreifen; so kann z. B. Heliotropismus nur an wirklich beleuchteten lichtempfindlichen Teilen hervorgebracht werden, die Abwärtskrümmung der Wurzel durch die Schwere nur dort eingeleitet werden, wo sie später in die Erscheinung tritt. Während also Darwin die Bewegungen der Pflanze mehr als animalisch instinctive zu deuten sucht, führt Wiesner die meisten derselben auf einfachere mechanische Processe zurück und liefert damit eine wirkliche Erklärung derselben.

Endlich erhebt sich zwischen Darwin's und Wiesner's Anschauungen noch darin ein wichtiger Differenzpunkt, dass ersterer alle Nutationsbewegungen nicht auf Wachstum, sondern auf Dehnung der Zellwand durch den Turgor zurückführen will, während der letztere in der Turgordehnung nur einen einzelnen Faktor der Wachstumsbewegung erkennt und nachweist, dass alle Nutationen nur an wachstumsfähigen und wirklich wachsenden Teilen auftreten.

Im speciellen Teile des Buchs wendet sich Wiesner nach einer Aufzählung der Bewegungsformen im Pflanzenreich und nach einer Darlegung der allgemeinen Mechanik der Nutationsbewegungen, wobei er namentlich zeigt, dass Turgordehnung und Wachstum der Zellen untrennbar mit einander verbunden sind, nicht jene zeitlich vor-

ausgeht und dieses nur sekundär folgt, zunächst in ausführlicher Betrachtung zum Heliotropismus. Hierin rekapitulirt er zuvörderst die Resultate seiner eigenen Untersuchungen und theoretischen Anschauungen, und stellt denselben die bezüglichen Ansichten Darwins gegenüber. Die letztern sind folgende: 1) Heliotropismus ist eine Modifikation der Circumnutation, 2) die heliotropische Kraft des Lichts wächst mit dessen Intensität, 3) das Licht wirkt hierbei als Reiz, denn die Stärke der Krümmung ist nicht proportional der Lichtmenge, 4) die Pflanzen sind besonders empfindlich für Kontraste in der Beleuchtung, 5) die Wirkung des Lichts pflanzt sich wie ein Reiz auf unbeleuchtete Teile fort, und kann indirekt nicht heliotropischen Teilen Heliotropismus erzeugen. — Die Richtigkeit von These 5 wird durch entscheidende Versuche Wiesners widerlegt, ebenso die Anschauungen über die Beziehung zwischen Lichtintensität und Lichtwirkung; insbesondere ist die Nachwirkung des Lichts besser durch die von Wiesner angenommene photomechanische Induktion zu erklären als durch die Reiztheorie Darwin's.

Zum Geotropismus übergehend, zeigt Wiesner zunächst, dass derselbe keine bloße Turgescenzerscheinung sein kann, weil er nur unter den Bedingungen des Wachstums, nämlich bei hinreichend hoher Temperatur und bei Gegenwart von freiem Sauerstoff eintritt. Wenn Darwin die Anschauung, dass die Wurzelspitze für das Zustandekommen einer geotropischen Krümmung maßgebend sei, damit begründet, dass ihrer Spitze beraubte Wurzeln sich nicht krümmen sollen, so führt Wiesner dies auf die Tatsache zurück, dass bei decapitirten Wurzeln durch die Verletzung die Wachstumsfähigkeit im Allgemeinen herabgesetzt wird, und zeigt, dass solche Wurzeln unter Umständen doch noch geotropisch empfindlich sind. Eine besonders ausführliche Diskussion widmet Wiesner dem sogenannten Transversalheliotropismus oder Diaheliotropismus, d. h. der bekannten Tatsache, dass Pflanzenteile, z. B. Blätter, ihre Fläche normal gegen das einfallende Licht zu stellen pflegen. Wiesner führt diese Erscheinung im Gegensatz zu Darwin, welcher darin nur eine besondere Form der Circumnutation erblickt, auf das Zusammenwirken einer Reihe von Kräften zurück, unter denen das Licht allerdings den eigentlichen Regulator der Blattbewegung bildet, aber wesentlich nur durch Erregung von negativem Heliotropismus; daneben machen sich dann Epinastie, negativer Geotropismus und Belastungsverhältnisse als mitwirkende Faktoren geltend, um dem Blatt eine stabile Lichtlage zu geben.

Auch die Kapitel über „Hydrotropismus“ sowie über den Einfluss von Zug und Druck auf das Längenwachstum sind reich an interessanten Mitteilungen und Bemerkungen, die jedoch, wie so viele andere Abschnitte des Buchs, eines kurzen Auszugs nicht gut fähig sind. Dann geht der Verfasser nochmals ausführlich auf die von Darwin

angenommene Empfindlichkeit der Wurzelspitze ein. Der letztere hatte gefunden, dass, wenn er ein ganz kleines Kartonstückchen mit Schellack seitlich an die Wurzelspitze klebte, die Wurzel im Fortwachsen nach der dem Kartonstückchen entgegengesetzten Richtung sich krümmte; er deutete dies als eine Uebertragung eines von der Wurzelspitze durch den leisen Druck des Kartonstückchens empfundenen Reizes auf die weiter rückwärts gelegene, wachstumsfähige Region der Wurzel. Wiesner hingegen weist nach, dass unverletzte Wurzelspitzen beim Fortwachsen viel bedeutendere Lasten zur Seite zu schieben vermögen, ohne dabei von ihrer Richtung abzuweichen, während andrerseits eine Krümmung der Wurzel durch eine einseitige Verletzung der Wurzelspitze hervorgerufen werden kann. Dass aber die Wirkung des eingetrockneten Schellacktropfens nicht einem bloßen Druck, sondern einer Verletzung entspricht, geht aus dem Umstand hervor, dass Wiesner die Gewebe unterhalb des Schellacks abgestorben fand. In Darwins Experiment befand sich die Wurzelspitze somit in einem pathologischen Zustand.

Mit einer Besprechung der hauptsächlichsten spontanen Nutationserscheinungen macht Wiesner den Uebergang zu dem Hauptgegenstand seiner Kritik, zur Circumnutation. Wir haben schon oben die hier ausführlich begründeten Anschauungen des Verfassers kurz zusammengefasst. Derselbe lässt es sich namentlich angelegen sein zu zeigen, dass die Beobachtungsmethoden Darwin's nicht ausreichten, ihn vor Täuschungen zu bewahren. Bei möglichst vorsichtiger Beobachtung fand Wiesner, dass unter ganz normalen und constanten Wachstumsbedingungen Wurzeln überhaupt nicht circumnutiren, sondern gerade fortwachsen oder ganz schwache hin- und herschwingende Nutationen zeigen, die aber nicht von der Spitze, sondern von der Region des stärksten Wachstums an der Wurzel ausgehen. In Bezug auf Stengel zeigte Wiesner, dass viele derselben sicher gar nicht circumnutiren (wobei von Schlingpflanzen abgesehen wurde); einige zeigen ganz leise Hin- und Herschwankungen, die auf localen Störungen im Längenwachstum beruhen, andere, von Pflanzen mit undulirender Nutation, schwingen stärker; eine wirkliche Circumnutation gelangt erst dann zum Ausdruck, wenn ungleichmäßige Beleuchtung mitwirkt. Desgleichen resultirt die Circumnutation von Blattspitzen aus dem Geotropismus und Heliotropismus dieser Blätter. Als Wiesner die Sporangienträger von *Mucor racemosus*, gegen Luftzug geschützt, mit dem Mikroskop beobachtete, zeigten ihm die Gipfel derselben keine Schwankungen, die als Circumnutation gedeutet werden konnten[1]). Wenn somit Wiesner das allgemeine Vorkommen von Circumnutation im Pflanzenreich als einer specifischen Bewegungs-

1) Vgl. hingegen den Aufsatz von Francis Darwin: „Ueber Circumnutation bei einem einzelligen Organ“ in Bot. Zeitung 1881 Nr. 30.

art widerlegt hat, so fällt damit auch die Anschauung Darwin's, dass die übrigen bekannten Wachstumsbewegungen der Pflanze als Modifikationen dieser Circumnutation angesehen werden müssten.

Im letzten Kapitel gibt Wiesner eine Zusammenfassung seiner Beobachtungen und hebt dabei hervor, dass als einzige Bewegungseinheit unter allen den besprochenen Erscheinungen nur das Wachstum selbst und zwar das geradlinige Wachstum gelten dürfe, von welchem die verschiedenen Nutationen sich durch Annahme einer Ungleichförmigkeit in der Wachstumsbewegung ableiten lassen.

Das Buch Wiesner's muss dem eingehenden Studium um so mehr empfohlen werden, als sich der reiche Inhalt desselben hier auch nicht annähernd in nuce wiedergeben ließ. Zum Schluss sei noch besonders hervorgehoben, dass die edle Art der Polemik, welche die Hochachtung vor dem Gegner nicht als konventionelle Phrase zur Schau trägt, sondern überall zu realer Geltung zu bringen sucht, seine Lectüre zu einer ebenso woltuenden macht, wie sie belehrend und anregend ist. Würde eine wissenschaftliche Diskussion stets so gehandhabt, so würde jene Kehrseite unsers Gelehrtenlebens, die kleinlich-persönliche Rancüne und Reiberei, nicht möglich sein.

Reinke (Göttingen).

W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie.

Ein Handbuch des Stoffwechsels und Kraftwechsels in der Pflanze. Erster Band. Stoffwechsel. Mit 39 Holzschn. Leipzig. W. Engelmann. 1881.

Ein umfassendes Handbuch der Pflanzenphysiologie ist in unserer an Lehr- und Handbüchern so reichen Zeit dennoch eine Erscheinung, welche die Aufmerksamkeit und das Interesse der Botaniker in hohem Maße in Anspruch zu nehmen geeignet ist. Bei dem vorliegenden Buch handelt es sich um ein Werk, das in kurzer Zeit zu den unentbehrlichsten Hilfsmitteln der Pflanzenphysiologen und Agrikulturchemiker gehören wird, da es „als Handbuch eine ausführlichere Darstellung der derzeitigen Kenntnisse über die allgemeinen Vorgänge des Stoffwechsels und des Kraftwechsels in der Pflanze bieten soll" — eine Darstellung von so berufener Hand, dass der Verf. durch die Uebernahme dieser schwierigen, aber lohnenden Aufgabe des freudigen Dankes aller Fachgenossen versichert sein kann.

Selbstverständlich schließt sich das Werk in der Disposition des Stoffes den Sachs'schen Darstellungen der Pflanzenphysiologie an, und dürfte insbesondere an die Stelle des 1865 erschienenen Handbuchs der Experimentalphysiologie von Sachs zu treten berufen sein, da der berühmte Verfasser des letztern auf eine Neubearbeitung desselben verzichtet zu haben scheint. Der vorliegende erste Band des

Pfeffer'schen Werks enthält nach einer allgemeinen Einleitung (S. 1—9) ein einleitendes Kapitel über die physikalischen Eigenschaften und die Molekularstruktur der organisirten Körper (S. 10—38), sodann folgt der erste Abschnitt des ganzen Werks, der Stoffwechsel in der Pflanze in 7 Kapiteln: 2. die Mechanik des Stoffaustausches (S. 39—84), 3. Mechanik des Gasaustausches (S. 85—113). 4. die Wasserbewegung in der Pflanze (S. 113—179), 5. die Nährstoffe der Pflanze (S. 179—266), 6. die Stoffumwandlungen in der Pflanze (S. 266—317), 7. Stoffwanderung (S. 318—346), 8. Atmung und Gärung (S. 346—383). Die einzelnen Kapitel sind wiederum in sehr übersichtlicher Weise gegliedert und hierdurch in Verbindung mit der Klarheit der gesammten Darstellung der Gebrauch des Buchs sehr angenehm gemacht. Bei umfassender Benützung und Anführung der weitschichtigen Literatur wird die Bearbeitung nicht verfehlen, auch in hohem Maße anregend zu wirken, da die vorhandenen Lücken in unserer Kenntniss, die ihrer Lösung noch harrenden Fragen, immer besonders betont sind.

Mit Spannung darf man der zweiten Hälfte des Werks, der Darstellung des Kraftwechsels in der Pflanze, entgegensehen, ein Gebiet, auf welchem der Verf. ebenfalls mit großem Erfolg als selbstständiger Forscher aufgetreten ist.

Kirchner (Hohenheim).

Aus der Biologie der Blepharoceriden.

Ueber die bis dahin völlig unaufgeklärte Lebensweise und Entwicklungsgeschichte der Dipterenfamilie der den Simuliden ähnlichen, den Culiciden nächst verwandten Blepharoceriden ist erst während der vergangenen Jahresfrist durch die unabhängigen Beobachtungen mehrerer Naturforscher so viel Licht verbreitet, dass sich wenigstens die postembryonalen Entwicklungsstadien nunmehr ohne Lücken aneinanderreihen. Nachdem Fr. Brauer[1]) die Aufmerksamkeit auf eine „unbewusste Entdeckung" Fritz Müller's, des brasilianischen Darwinisten, gelenkt hatte, erschien aus der Feder dieses geistreichen Schriftstellers[2]) eine ausführlichere Schilderung der Lebensweise und eine genaue Beschreibung der Stände seines *Paltostoma torrentium*, wonach dieses Insekt im geschlechtsreifen Zustande in drei verschiedenen Formen, einer männlichen und zweier weiblichen vorkommt, einer großäugigen, blutsaugenden, dem Männchen mehr sich nähernden und einer kleinäugigen, honigsaugenden Form, so dass hier ein auf das weibliche Geschlecht beschränkter Dimorphismus vorliegt,

1) Zoolog. Anzeiger von Carus, III, 22. März 1880, Nr. 51, p. 134—135.
2) Vgl. Kosmos, IV, 1880, Heft 7, p. 37—42, 11 Figuren.

wie er sonst für die Blepharoceriden noch nicht bekannt geworden ist. Die asselähnlichen Larven dieser sonderbaren Mücke zeigen einen mit tiefen Segmenteinschnitten versehenen Leib, bauchständige Tracheenkiemen und eine Mittellängsreihe bauchständiger Saugnäpfe, mit Hilfe deren sie sich im wildesten Wasser des Garciabaches und seiner Zuflüsse an Felsen festhalten und munter umherkriechen; sie verwandeln sich daselbst in halbovale, schildförmige, mit der flachen Seite an den Felsen festsitzende Mumienpuppen, gehen dagegen, in ruhiges Wasser gebracht, zu Grunde. Unabhängig von den Entdeckungen F. Müller's hat fast gleichzeitig H. Dewitz[1]) die gleiche Art der Lebensweise und Entwicklung für eine europäische Blepharoceride, für *Liponeura brevirostris* H. Loew nachgewiesen, deren Larve er in dem schnellfließenden Gebirgsbache des Ockertals bei Goslar aufgefunden hat. Nach ihm besteht der myriopodenähnliche Larvenkörper aus neun Segmentabschnitten, dem lange Antennen tragenden Kopf, dem in seinen drei Teilen verwachsenen Thorax und sieben Abdominalsegmenten, deren fünf vordere jederseits mit einem krallenartigen und tentakelartigen Anhang, sowie mit Tracheenkiemen ausgerüstet und bauchwärts mit einer unpaaren Saugscheibe versehen sind. Eine sechste Saugscheibe befindet sich in der Mitte der Brust. Die schildkrötenartige, auf dem Rücken schwach dachförmig gewölbte, stark chitinisirte, bauchwärts platte, schwach chitinisirte Puppe lässt nur acht Körperabschnitte erkennen, deren vorderster Kopf und Brust vereinigt (Cephalothorax) und zwei an die Fühler der Lamellicornier erinnernde vierblätterige Hörner trägt. Der Unterlage wird die Chitinhülle des Körpers nicht auf der ganzen Fläche der Bauchseite, sondern nur an ihrer Peripherie angeklebt. Ist das Insekt zum Ausschlüpfen reif, so platzt der Cephalothorax der Länge nach auf dem Rücken.

F. Karsch (Berlin).

Der Teilungsvorgang bei den Rhizopoden.

Da ein Aufsatz, welcher über den Teilungsvorgang bei einem monothalamen Rhizopod *Euglypha alveolata* handelt (Zeitschr. für wissensch. Zool., Bd. XXXV), in diesem Blatte Erwähnung gefunden hat, dürfte es vielleicht von Interesse sein, hier nochmals auf diesen Gegenstand zurückzukommen, nachdem ich meine Beobachtungen auf die ganze Gruppe jener Protozoen ausgedehnt habe (Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. XXXVI).

Dass die Fortpflanzung durch Teilung allen Rhizopoden zukommen muss, war von vornherein anzunehmen, da wir in ihr die ur-

1) Berliner entomolog. Zeitschrift 1881, 1. Heft p. 61–66, Taf. IV, Fig. 3–16.

sprünglichste aller Vermehrungsweisen zu sehen haben. Genaues war aber darüber nicht bekannt und außer der Beobachtung F. E. Schulze's an *Amoeba polypodia*[1]) hatte man nirgends über das Verhalten des Kerns bei der Teilung Klarheit erhalten. Doch auch in diesem letzten Falle war nur eine Einschnürung des Nucleus und ein Ausziehen der beiden Kernhälften zu sehen gewesen, während jetzt die für die Kernteilung charakteristische streifige Struktur nachzuweisen war, wie sie schon längst bei den Infusorien bekannt ist.

Ganz anders stellten sich bei den beschalten Rhizopoden die Beziehungen zwischen Kernteilung und Zellteilung heraus, als bei den nackten; denn während bei letzteren die Einschnürung am Zellkörper mit derjenigen am Kerne zusammenfällt, entsteht bei ersteren ein vollkommen neues Teilstück, ehe am Nucleus Veränderungen wahrzunehmen sind. Die Rhizopoden liefern also einen neuen Beweis für den Satz, welchen zuerst Flemming und dann Strasburger ausgesprochen, dass Kernteilung und Zellteilung unabhängig von einander verlaufen können.

Ich habe nun zu zeigen versucht wie aus dem Verhalten bei den nackten sich das bei den beschalten Rhizopoden herausentwickelt hat.

Betrachten wir zunächst die Formen, welche eine sehr weiche Schale besitzen, die dem Körper allerseits wie eine Haut dicht aufliegt, so finden wir bei ihnen noch ganz dieselbe Art der Teilung wie bei den Amöben, indem sich der Körper in der Mitte sammt der Schale in zwei Hälften spaltet, wobei die Kernteilung gleichzeitig mit der des Protoplasmas erfolgt.

Gehen wir aber zu den übrigen Repräsentanten der Thalamophoren über, wo die weiche Sarkode lose in einer festeren Kapsel liegt, so wird durch diese eine andere Form der Fortpflanzung gefordert: Entweder es muss der Körper und der Kern innerhalb der Hülle sich teilen und die eine Hälfte daraus hervorwandern, oder es muss sich die Sarkode vor der Mündung ansammeln und sich dort zum neuen Tier ausbilden. Das erstere kommt vor, und solche nackte Schwärmssprösslinge sind z. B. von Hertwig[1]) bei *Microgromia socialis* beschrieben worden. Das letztere Verhalten scheint aber das häufigere zu sein und wurde von mir bei allen Abteilungen der Monothalamien nachgewiesen.

Das Wachstum dieser Tiere geht also nicht durch äußerlich sichtbare Vergrößerung des Umfangs vor sich, sondern besteht darin, dass die in der Hülle liegende Sarkode immer mehr an Concentration zunimmt, solange bis dadurch der Anstoß zur Teilung gegeben wird. Von diesem Augenblick an kommt in das Protoplasma die Tendenz sich auszudehnen und dies geschieht durch Vordrängen aus der Scha-

1) Archiv für mikr. Anat. Bd. XI.

1) Arch. f. mikr. Anat. Bd. X.

lenöffnung und zwar so weit, bis die Masse außerhalb dasselbe Volum besitzt, wie die innerhalb befindliche. Jetzt teilt sich auch der Mutterkern und die eine Hälfte wird vom Protoplasma in das neue Teilstück hinübergeleitet. Damit aber auch die Beschaffenheit der beiden Hälften eine möglichst vollkommene sei, gerät jetzt die ganze Protoplasmamasse in eine Strömung, welche eine Mischung der beiden Weichkörper herbeiführt. Dann erst erfolgt die Trennung der beiden Tiere, die nun möglichst gleichmäßig ausgestattet sind.

Noch habe ich der Neubildung der Gehäuse keine nähere Erwähnung gethan. Da dieselben als Schutzvorrichtung für den weichen Protoplasmakörper zu dienen haben, so kommt es darauf an, dass der neue Teilspross rasch mit seiner Hülle umgeben werde, wenn er sich zum freien Leben anschickt. Bei den oben schon erwähnten Schwärmsprösslingen, die nach dem Ausschlüpfen meist noch ein bedeutendes Wachsthum durchzumachen haben, ersetzt die größere Zahl und die Raschheit, mit der sie entstehen, die schützende Ausstattung. Anders bei der Zweiteilung, wo ein vollkommenes neues Tier entstehen soll.

Bei den weichhäutigen Formen, die den nackten Amöben noch am nächsten stehen, erhält bei der Einschnürung jedes Teilstück auch seinen Schalenanteil. Wo ein härteres chitinöses Gehäuse vorhanden, ballt sich das austretende Protoplasma vor der Mündung derart zusammen, dass es genau die Form des Muttertiers annimmt und dann scheidet sich in kurzer Zeit die Hülle um dasselbe aus.

Andere Formen haben eine Schutzvorrichtung für ihren Weichkörper dadurch erzielt, dass sie sich ein Gehäuse aus allerlei Fremdkörpern, hauptsächlich Sandkörnchen zusammengebacken haben.

Hier muss das Muttertier vor Beginn der Teilung das Material für den Aufbau des neuen Gehäuses sammeln und in sich aufnehmen, damit sich dasselbe nach dem Austritt des zum Tochterindividuum bestimmten Protaplasmas als Panzer um dasselbe lagern kann.

Diese Art des Schalenaufbaus ist zwar nicht direkt beobachtet, ergibt sich aber mit großer Sicherheit aus den Beobachtungen, welche bei der vierten Gruppe von Monothalamien gemacht wurden, nämlich bei denjenigen, deren Gehäuse aus allerlei Platten und Scheiben bestehen, welche von dem Tiere selbst erzeugt wurden.

Dafür ist eben die oben genannte *Euglypha* das beste Beispiel, und es wurde an ihr gezeigt, wie das Muttertier die Schalenplättchen in seinem Innern erzeugt, wie dieselben bei der Teilung von einer Protoplasmaströmung hinausgeschoben werden und sich schließlich um das neue Teilstück zu einer mit der des ursprünglichen Tieres vollkommen übereinstimmenden Schale zusammenlegen. Auf diese Weise wird dann in der Tat der Zweck erreicht, möglichst rasch ein vollkommenes, lebensfähiges Geschöpf entstehen zu lassen, ohne dass darum an dem Muttertier ein Substanzverlust sichtbar wird.

Es sei schließlich noch erwähnt, dass ich in der letztgenannten Gruppe auch für diejenigen Formen dieselbe Art der Schalenerzeugung nachzuweisen suchte, bei welchen das Gehäuse nicht aus größeren Platten, sondern aus einer sehr großen Anzahl kleinster Elemente aufgebaut wird, wie bei *Arcella*, *Cyphoderia* etc.

Bei letzteren sind wir auch im Stande Mutter- und Tochterindividuum von einander zu unterscheiden, nicht etwa weil die Uebereinstimmung nach Form und Inhalt eine weniger vollkommene wäre, sondern weil die Schalen, so lange sie jung sind, ganz hell erscheinen, während sie mit dem Alter eine gelbliche bis dunkelbraune Färbung annehmen.

Wie weit die hier beschriebenen Vorgänge auch bei der Vermehrung der vielkammerigen Rhizopoden Anwendung finden, ist vor der Hand noch nicht zu sagen, wol können wir uns aber die Anlage jeder neuen Kammer der Polythalamien auf einem ähnlichen Prozesse beruhend denken, wie ihn die Zweiteilung der Monothalamien darstellt.

A. Gruber (Freiburg i./B.).

Die „Kopfniere" der ausgewachsenen Teleostier und Ganoiden.

Von

F. M. Balfour,

Trinity College, Cambridge.

Bei den Teleostiern und Ganoiden bestehen die Nieren gewöhnlich aus zwei schmalen Streifen, einer an jeder Seite der Wirbelsäule, welche sich durch die ganze Länge der Körperhöhle erstrecken und sich meist nach vorn zu einer Anschwellung erweitern, welche von Hyrtl die Kopfniere genannt wurde.

Rosenberg (Untersuchungen über die Entwicklung der Teleostierniere) fand beim Hechte, dass die Kopfniere (Pronephros oder Vorniere) noch vor dem übrigen exkretorischen System auftritt und sich von diesem sowol in einigen Strukturverhältnissen, wie auch in der Art ihrer Entwicklung unterscheidet. Da er die Pronephros der Larve in die vordere Anschwellung des ausgebildeten Organs glaubte verfolgen zu können, so wurde die sog. Kopfniere der ausgewachsenen Tiere mit den Vornieren der Larven der Teleostier und Ganoiden identificirt. — Bei den Marsipobranchiern und den Amphibien entwickelt sich im Larvenzustande ein exkretorisches Organ, das ohne Zweifel der Pronephros der Larven der Teleostier und Ganoiden homolog ist. Dieses Organ tritt aber nur vorübergehend auf und verschwindet entweder vollständig oder funktionirt im ausgewachsenen Zustande nicht mehr.

Bei meinen Untersuchungen über die Histologie der Exkretionsorgane der erwachsenen Ganoiden (*Acipenser*, *Lepidosteus*) fand ich

nun zu meiner großen Ueberraschung, dass die ganze vordere Anschwellung der Niere sowie eine verhältnissmäßig ansehnliche Portion des hinter ihr gelegenen Teils nicht aus Nierensubstanz gebildet wurde, sondern aus einem Gewebe, welches dem der Lymphdrüsen sehr nahe kam. Ich dehnte meine Beobachtungen sogleich auf die Teleostier aus und untersuchte die Niere beim Hechte (*Esox Lucius*), dem Stint (*Osmerus eperlanus*), dem Aal (*Anguilla anguilla*), und dem Angler (*Lophius piscatorius*). Die Mitteilung der Details meiner Untersuchungen würde kein größeres Interesse haben, ich will mich desshalb begnügen einige Ergebnisse von allgemeinerer Bedeutung hervorzuheben.

Bei den ersten drei der genannten Tiere fand ich, dass die ganze sog. Kopfniere, wo sie vorhanden war, im Verein mit einem sehr bedeutenden Teil der hinter ihr gelegenen Niere ausschließlich aus einem lymphatischen Gewebe bestand, ähnlich dem der oben genannten Ganoiden.

Eigentümlich ist die Niere von *Lophius*. Der Ansicht Hyrtl's (Das uropoetische System der Knochenfische, Wiener Sitzungsber. 1850), dass sie der Kopfniere der andern Teleostier homolog sei, kann ich mich nicht anschließen; ich betrachte sie vielmehr als gleichwertig einem hintern Teile der Niere der typischen Teleostier, welche infolge einer Verschiebung verschiedener anderer Organe nach vorn gedrängt ist. Sie besteht aus gewöhnlichen Harnröhrchen, zwischen die eine beträchtliche Masse lymphatischen Gewebes eingelagert ist.

Das allgemeine Ergebniss meiner Beobachtungen sowol bei den Teleostiern wie bei den Ganoiden läuft darauf hinaus, dass bei beiden Gruppen die ganze Larvenpronephros zusammen mit einem verschieden großen Teile des vordern Teils der hinter ihr gelegenen Niere (Mesonephros) im ausgebildeten Zustande verschwindet. Das Organ, welches die Stelle dieses Teils des Exkretionssystems in den ausgewachsenen Fischen einnimmt, und das man zumeist irrtümlich für die Niere gehalten hat, ist in Wirklichkeit in seiner Struktur und wahrscheinlich auch in seiner Funktion einer Lymphdrüse ähnlich, ein Organ, welches bis jetzt bei den Fischen noch nicht aufgefunden ist. Wegen der geringen Zahl der untersuchten Formen ist der Schluss, dass bei den ausgewachsenen Tieren die Pronephros fehlte, bei den Teleostiern nicht so sicher wie bei den Ganoiden. Andrerseits ist seine Persistenz bei keinem Teleostier nachgewiesen, und es liegt denen, welche ein solches Vorkommen behaupten, ob, den Beweis für ihre Annahme zu erbringen.

Ich will noch erwähnen, dass Stannius mit einigen Eigentümlichkeiten des vordern Teils der Niere bekannt war, auf welche ich hier die Aufmerksamkeit gelenkt habe, jedoch sind seine Beobachtungen später in Vergessenheit gerathen.

Als ein interessantes Ergebniss meiner Beobachtungen über die Vorniere mag noch angeführt werden, dass nunmehr jeder Beweis für ihre Persistenz in dem ausgebildeten Zustande der lebenden Wirbeltiere fehlt.

Zum Sacralhirn der Stegosaurier.

Von

W. Krause (Göttingen).

In Nr. 12 dieses Centralblatts beschrieb Wiedersheim den Sacralkanal von *Stegosaurus* als eine große Höhle, die mindestens zehnmal so weit ist als die Schädelhöhle desselben Tiers, während sie bei *Morosaurus* 2—3mal so weit ist. Wiedersheim zieht daraus den Schluss, dass bei derartig construirten Geschöpfen der Schwerpunkt des gesammten Nervenlebens ans hintere Rumpfende verlegt gewesen sein müsse.

Ehe man eine so weit gehende Folgerung acceptirt, kann man fragen, ob nicht eine einfachere Erklärung möglich sei. Vielleicht könnte es sich einfach um eine Erweiterung des Centralkanals des Rückenmarks, also um ein Homologon jener kleinen, beim Menschen am Anfang des *Filum terminale* gelegenen, mit Cerebrospinalflüssigkeit gefüllten Höhle handeln, welche ich *Ventriculus terminalis* genannt habe (Allg. und mikrosk. Anatomie 1876 S. 382). Hiefür würde sprechen, dass die Nerven, welche die kolossal entwickelten Hinterextremitäten jener Saurier versorgten, doch wahrscheinlich nicht aus einem im Sacralkanal gelegenen Teil des Rückenmarks, sondern weiter nach dessen Lumbalanschwellung hin ihren Ursprung genommen haben dürften. Ferner wäre pathologischerseits auf einige Fälle von Spina bifida hinzuweisen, bei denen es sich ebenfalls um eine primäre Erweiterung des Centralkanals gehandelt zu haben scheint. Endlich wäre eine ähnliche, aber solide, bindegewebige und nicht ausschließlich nervöse Anschwellung des Rückenmarks der Vögel (*Sinus rhomboidalis*) in Betracht zu ziehen und diese letztere Erklärung ist vielleicht die plausibelste von allen.

Eine Entscheidung könnte man hoffen, wenn sich die Richtung des Nervenverlaufs innerhalb der *Foramina sacralia* ermitteln ließe. Treten die Stämme in sehr schräger Richtung durch, so wäre anzunehmen, dass sie nach Art einer *Cauda equina* von der Gegend der Lumbalanschwellung hergekommen sind. Umgekehrt würde bei wesentlich transversalem Verlauf der Ursprung aus dem Rückenmark, freilich nicht notwendig, innerhalb des Sacralkanals gelegen sein müssen.

W. Krause, die Nervenendigung in den Tastkörperchen.

Archiv f. mikrosk. Anat. 1881. Bd. XX. S. 215. Taf. XIII.

Im Jahre 1865 hatte Tomsa gezeigt, dass die bekannte Querstreifung der Tastkörperchen weder allein durch Kerne, noch durch querverlaufende blasse Nervenfasern (Terminalfasern) bedingt werde, was damals angenommen wurde, sondern durch die Kantenansichten über einander geschichteter, kernhaltiger, platter Zellen. Ref. (Arch. f. mikrosk. Anat. 1880. Bd. XIX. S. 53) hat diese Zellen später *Querkolbenzellen* genannt. Tomsa hielt dieselben für nervös, was jedoch als ein Irrtum sich herausgestellt hat.

Abstrahirt man davon, so stehen in Betreff der Nervenendigung innerhalb der Tastkörperchen drei Ansichten sich gegenüber.

1. Die Langerhans'sche Ansicht. Sie beruht auf Ueberosmiumsäure-Präparaten. Die doppeltkonturirten Nervenfasern teilen sich nach dem Eintritt in das Tastkörperchen dichotomisch oder trichotomisch und endigen solchergestalt mit nur zwei oder drei Terminalfasern. Sind diese abgeplattet, so können sie Terminalscheiben genannt werden. Diese Ansicht ist vom Ref. (l. c. 1880) und von Renaut (Annal. de Dermatol. 1881. 7. II. S. 208), der in Ranvier's Laboratorium arbeitete, angenommen worden. Es würde die betreffende Endigung sich am meisten derjenigen in den Endkolben, speciell in den kugligen Endkolben anschließen. Wenn ein großes längliches Tastkörperchen aus mehreren, zwei bis drei kugligen einfachen Tastkörperchen zusammengesetzt wird, so enthält jedes der letzteren einige blasse Terminalfasern und das zusammengesetzte Zwillings- oder Drillingskörperchen selbstverständlich in Summa mehrere solche Terminalfasern.

2. Die Ranvier'sche Ansicht. Für die geschichteten Terminalkörperchen in der Zunge von Wasservögeln u. s. w. (Tastkolben von Ihlder, 1871, und dem Ref.) hatte Ranvier (Compt. rend. 1877. S. 1023) die Ansicht aufgestellt, dass zwischen je zwei Querkolbenzellen eine Terminalscheibe liege und diese Anschauung, soweit jene vorläufige Mitteilung nicht durch die spätere von Renaut entkräftet wird, auch auf die Tastkörperchen des Menschen ausgedehnt. Ref. (l. c. 1881) erhielt mit Ameisensäure und Goldchlorid Bilder, welche sich der vom Ref. als die Ranvier'sche bezeichneten Ansicht vollkommen anschließen. (Vergl. des Ref. Nachträge zur allg. u. mikroskopischen Anat. Hannover, 1881. Fig. 76).

3. Die Meissner'sche Ansicht. Gestützt auf Natronpräparate und pathologische Beobachtungen hatte Meissner (1853) sämmtliche Querstreifen mit Ausnahme der etwa durch Kerne bedingten für nervös erklärt. Ref. (Die terminalen Körperchen. 1860) schloss sich dieser Anschauung nicht nur an, sondern supponirte, um die große Anzahl querverlaufender nervöser Terminalfasern begreiflich zu ma-

chen, einen gewundenen Verlauf der letzteren unter successiv wiederholten dichotomischen Teilungen derselben. Dasselbe Verhalten schien durch eine Anzahl von E. Fischer (Arch. f. mikrosk. Anat. 1876. Bd. XII. S. 364) mit Ameisensäure, Goldchlorid und Cyankalium angefertigter Präparate bestätigt zu werden, deren Beweiskraft neuerdings von Flemming (daselbst, 1881. Bd. XX. S. 518) betont worden ist.

Man könnte sich nun versucht fühlen zwischen den drei Ansichten vermitteln zu wollen, so dass sie sämmtlich Gültigkeit behielten. Die Langerhans'sche Ansicht möchte für einige der kleinsten und einfachsten Tastkörperchen gelten. Die Goldpräparate, welche für die sog. Ranvier'sche Ansicht sprechen, würden alsdann die wahre Nervenendigung in den meisten und größten Tastkörperchen, die E. Fischer'schen, in Betreff der eigentlichen Endigung nicht maßgebenden Präparate hingegen den Verlauf der Terminalfasern, um zu ihren Endscheiben zu gelangen, aufzeigen.

In Wahrheit ist jedoch gerade der letzte Punkt: wie es zu Stande kommt, dass aus einer eintretenden doppeltkonturirten Nervenfaser in größeren Tastkörperchen bis zu 40 quere blasse, nach der Ranvier'schen Ansicht zwischen den Querkolbenzellen eingeschaltete Terminalscheiben hervorgehen können, zufolge der Meinung des Ref. jetzt so wenig wie 1860 genügend aufgeklärt und die Nervenendigung in den Tastkörperchen musste daher leider als noch zweifelhaft bezeichnet werden. Dagegen ist wenigstens die vielumstrittene, schon am frischen Präparat ohne Zusatz so leicht sichtbare und charakteristische Querstreifung als ihrem Wesen nach festgestellt zu erachten. Mit andern Worten: der Innenkolben besteht aus Querkolbenzellen, zwischen welchen blasse Terminalfasern knopfförmig abgerundet oder scheibenförmig aufhören.

W. Krause (Göttingen).

C. Wernicke, Lehrbuch der Gehirnkrankheiten für Aerzte und Studirende, Band I.

8°. 371 S. mit 96 Abbildungen. Kassel 1881. Verlag von Theodor Fischer.

Der erste Band von Wernicke's Lehrbuch der Gehirnkrankheiten liegt seit einigen Monaten dem wissenschaftlichen Publikum vollendet vor. Den weitaus größten Raum derselben füllt eine „anatomisch-physiologische Einleitung", durch welche die späteren pathologischen Auseinandersetzungen des Verfassers vorbereitet werden; sie allein soll uns hier beschäftigen.

Es ist fast überflüssig, zu bemerken, dass diese „Einleitung" nur an Leser sich wendet, welche den Bänken des anatomischen Hörsaals längst entwachsen sind; sie muss daher das gesammte makroskopische

Détail der systematischen Gehirnanatomie, sowie die allgemeinen histologischen Strukturverhältnisse der Centralorgane des Nervensystems als bekannt voraussetzen. Es bleibt ihr trotzdem noch eine große Aufgabe zu erfüllen übrig; sie soll nämlich 1) den Leser topographisch orientiren, und sie soll ihm 2) eine übersichtliche Schilderung des Faserzusammenhangs, soweit er sicher gestellt ist, an die Hand geben; das anatomische Material soll alsdann vom Standpunkte der Projektionshypothese (s. u.) aus beurteilt werden.

Die Darstellung wird mit einem kurzen Abriss der Entwicklungsgeschichte des Gehirns eröffnet; ohne die Führung der Ontogenie bleiben die allgemeinen Formverhältnisse unverstanden. Da W. sich hier ausschliesslich an die Arbeiten bekannter Autoren hält, können wir kurz darüber hinweggehen. Nur bei einem Satze möchten wir einen Augenblick Halt machen. Die *Commissura mollis* lässt der Verf. mit Mihalkovicz und Kölliker aus der Verwachsung der medialen Flächen der Sehhügel entstehen. Allein entscheidende Beobachtungen stehen noch aus und so scheint bis auf weiteres die entgegengesetzte von Ehlers vertretene Ansicht, dass „die *Commissura mollis* den letzten Rest einer früher viel weiter gehenden Verbindung beider Sehhügel“ (Schwalbe) vorstelle, ebenso wol begründet als die vorige.

An diese entwicklungsgeschichtliche Skizze reiht sich, einfach als neues Glied der fortschreitenden Darstellung, eine gedrängte Schilderung der Windungen des Hirnmantels. Ein engerer Zusammenhang besteht zwischen beiden Abschnitten nicht. W. kann sich, wie schon aus einer seiner früheren Arbeiten (Das Verbindungs-System des menschlichen Gehirns, Arch. f. Psych., IV, p. 286) hervorging, bei aller Wertschätzung der Ontogenie, soweit es sich um die richtige Auffassung der verschiedenen Gehirnabschnitte und ihrer Hohlräume handelt, mit einer auf entwicklungsgeschichtliche Betrachtung gestützten Beurteilung der Oberflächen-Skulptur nicht befreunden. Er geht vielmehr vergleichend-anatomisch zu Werke und findet mit Leuret die einfachsten Windungsformen bei den Carnivoren. Vier bogenförmige Wülste, die vielgenannten „Urwindungen“, umkreisen hier konzentrisch die Sylvische Spalte. Die vordern und hintern Abschnitte dieser Urwindungen, die sog. Stirn- und Schläfeschenkel derselben lassen sich nun auch noch am menschlichen Gehirn wiederfinden, während die nach oben konvexen mittleren Segmente, die „Scheitelstücke“, zu ziemlich komplizirten Bildungen sich differenzirten. Weit leichter und überzeugender lässt sich natürlich die Uebereinstimmung zwischen bestimmten charakterischen Furchen und Windungen des Affen- und Menschengehirns erweisen.

Wie steht es nun mit der Aufnahme, die wir diesen dankenswerten Bestrebungen, eine Reihe komplizirter Formverhältnisse durch Zurückführung auf die einfache Grundform verständlich zu machen, entgegenbringen werden? — Die bisherigen Leistungen auf dem Ge-

biete der vergleichenden Anatomie der Hirnwindungen sind vor kurzem von Schwalbe in seinem Lehrbuche einer zusammenfassenden Kritik unterzogen worden. Er kommt dabei zu dem Resultate, dass eine Ableitung des Primatengehirns von den Carnivoren und Ungulaten deshalb als aussichtslos bezeichnet werden müsse, weil die genannten drei Säugetiergruppen divergente Entwicklungsformen darstellen. Voraussichtlich würden auch die fortgesetzten Versuche, ein Homologon des *Sulcus Rolandi*, einer der „Hauptfurchen" des Menschen und der Affen der alten Welt, bei tiefer stehenden Säugern aufzufinden, ebensowenig von glücklichem Erfolge begleitet sein, als die bisherigen. „Es können", heisst es wenige Seiten vorher, „nicht die Windungssysteme bei den Primaten in der Mitte plötzlich unterbrochen sein, die bei Ungulaten und Carnivoren ohne wesentliche Störung verlaufen". Wenigstens müsste man doch erwarten, durch Uebergangsformen eine Vermittlung hergestellt zu sehen.

Wenn freilich andrerseits W. Krause Recht hat, würden Schwalbe's Bedenken ohne Zweifel sehr an Gewicht verlieren; denn die so sehr urgirte Bedeutung des *Sulcus Rolandi* würde zu dem geringfügigen Werte einer „Venenrinne" (s. Krause, Handbuch II, p. 813) zusammenschrumpfen. Dann müssten wir jedoch den Gefäßen überhaupt, wie ja dies auch von Krause tatsächlich geschieht, einen nicht unbeträchtlichen Einfluss auf das Zustandekommen der Skulptur der Hirnoberfläche zugestehen. Nun können aber die peripheren Gefäßbahnen wegen ihrer allbekannten Neigung zu variiren und vicariirend für einander einzutreten, wenn überhaupt je, dann nur innerhalb des allernächst verwandten Formenkreises als Anhaltspunkte bei der vergleichenden Beurteilung der Organe in Frage kommen. Wir werden also auch von dieser Seite mit Notwendigkeit auf die Schwierigkeiten hingewiesen, die der Aufstellung von Homologien zwischen den Furchen und Windungen fernerstehender Säugetiergruppen entgegenstehen und so führt uns denn unsere Betrachtung von selbst wieder zu Schwalbe's Satz zurück.

Wenden wir uns nun wieder unserem Lehrbuche zu und folgen wir zunächst der größtenteils auf eigenen Untersuchungen basirenden Darstellung des Faserzusammenhangs von der Großhirnrinde und dem davon ausgehenden Stabkranz an bis zum Rückenmark! — Nach Meynert sollen die Stabkranzfasern von der Rinde her in den konvexen Rand des Schweifkerns einstrahlen. Diese Angabe wird von W. bestritten: ein centraler d. h. der Aufnahme von Stabkranzfasern dienender Pol des Schweifkerns existirt nicht. Nur der basale Teil seines Kopfes erhält Stabkranzfasern, die zum Teil den Riechlappen entstammen. — Sehr erheblich weicht W. von seinem Vorgänger auch in der Auffassung des Linsenkerns ab. Von den bekannten drei Gliedern des *Nucleus lentiformis* muss das am meisten

nach vorne gelegene dritte den beiden übrigen gegenübergestellt, von ihnen gesondert werden. Ebensowenig wie der Schweifkern tritt das vorderste Glied in Beziehung zur Stabkranzfaserung und nur den beiden inneren Abteilungen erkennt W. die Bedeutung von Zwischenstationen im Sinne Meynert's zu. Es bilden vielmehr Schweifkern und III. Glied des Linsenkerns zusammen ein neues, der Rinde analoges Ursprungsgebiet von Stabkranzfasern; die beiden Innenglieder des Linsenkerns verhalten sich dieser einheitlichen Ganglienmasse gegenüber als Zwischenstationen (s. Schema V, p. 44).

Die aus dem Linsenkern austretende radiäre Faserung bleibt dem Hirnschenkelfuß nur zum geringsten Teil; die Hauptmasse derselben strahlt vielmehr in den Sehhügel ein. Direkte Stabkranzfasern müssen es also sein, welche den Ausfall decken. Freilich sind bisher nur zwei solcher direkter Faserkomplexe bekannt geworden; der eine dieser Züge gesellt sich zum Hirnschenkelfuß da, wo er vom *Pulvinar* überlagert wird, der andere enthält die Pyramidenbahnen, deren Nachweis von Flechsig an Entwicklungsstadien geliefert wurde. Ihr Ursprungsgebiet ist wahrscheinlich in der Ausdehnung des ganzen Stirn- und Scheitellappens zu suchen. Uebrigens scheint dem Verf. im Hinblick darauf, dass die entwicklungsgeschichtlichen (Flechsig) und pathologischen Erfahrungen (Charcot) sich nicht vollkommen decken, die Frage nach der Lokalisation der Pyramidenbahn innerhalb des Hirnschenkelfußes und der inneren Kapsel erneuter Untersuchung zu bedürfen.

Was nun die Beziehungen des Sehhügels zum Stabkranz betrifft, so fungirt derselbe, wie schon angedeutet, als Endstation für eintretende Stabkranzfasern, u. A. für die Fasern des „vordern Stiels" des Sehhügels; er repräsentirt aber ferner die Hauptursprungsstätte der Faserung der Hirnschenkelhaube. Wir gelangen nun zur Zwischenschicht mit ihren Ganglien, dem roten Kern, Luys'schen Körper und der *Substantia nigra*. Sie ist der Sammelpunkt 1) für die dem Linsenkern entstammende Faserung, 2) für die aus den Marklamellen des Sehhügels entspringenden Fasern, nämlich die zum roten Kern verlaufenden Bündel und die obere Sehhügelschleife. Zu diesem aus den *Laminae medullares* stammenden ungekreuzten Haubenursprung kommen nun noch zwei weitere Bündel, die ebenfalls von dem Sehhügel herzuleiten sind, nämlich ein gekreuzter Faserkomplex (hintere Commissur) und ein vielleicht teilweise gekreuzter, das „Meynert'sche Bündel" aus dem *Ganglion habenulae*, welches mit dem roten Kern zusammenfließt. Man kann daher im Querschnittsfelde der Haube fünf Territorien unterscheiden: 1) den roten Kern, welcher Linsenkern- und Sehhügelfasern gemischt führt (nämlich das Haubenbündel aus dem Linsenkern, die Marklamellenbündel und das Meynert'sche Bündel aus dem Sehhügel), 2) die Linsenkernschlinge, 3) das hintere Längsbündel, ebenfalls dem Linsenkern entstammend, 4) die obere Schleife und 5) die hintere Commissur.

Die eben erwähnte obere Schleife wird ergänzt zur Schleifenschicht durch Zuwachs aus dem vordern und hintern Vierhügelganglion. Gleichzeitig verliert der rote Kern seine Gangliensubstanz, der weiße Rest kreuzt sich mit dem der andern Seite und wird zu dem entgegengesetzten obern Kleinhirnschenkel (*rk* und *cs* in Schema XIV). Der mittlere Kleinhirnschenkel rekrutirt sich aus Fasern des Fußes; zwei Drittel seiner Elemente (Querfaserschichten der Brücke) werden hierzu abgegeben, während die Pyramidenbahnen größtenteils erhalten bleiben. Dies ist die eine Art der Beziehungen des Kleinhirns zum Projectionssystem; die zweite besteht in der Zuleitung von Kleinhirnursprüngen zu demselben; sie werden als untere Kleinhirnschenkel zusammengefasst. (Gröbere und feinere Formverhältnisse führen uns zu der Annahme, dass die Fasern, welche aus den roten Kernen als obere Kleinhirnschenkel in das Cerebellum eingetreten waren, durch die Bahn der Strickkörper dem Projectionssystem sich wieder zuwenden, während durch die mittlern Kleinhirnschenkel ein Teil des Projektionssystems, und zwar aus der Bahn des Fußes in die gekreuzte Kleinhirnhemisphäre und dort zu seinem definitiven Ende gelangt).

Die Haube, welcher außer dem Strickkörper auch noch zwei weniger ansehnliche Bündel, nämlich die aufsteigende Quintuswurzel und Faserkomplexe aus dem Dachkern des Kleinhirns zugeführt werden, lässt im Bereich des Ursprungs des Abducens und Facialis auf dem Querschnitt drei Territorien erkennen, von denen die beiden innern als motorisches Feld zu bezeichnen sind, während das äußere die sensiblen Bestandteile der Haube führt.

Wir sind nun in der obern Gegend der *Medulla oblongata* angelangt. Die untere Olive, deren Auftreten für diese Region charakterisirt ist, stellt eine Zwischenstation dar, zwischen dem Strickkörper der einen und der Anlage des Hinterstrangs der andern Seite. Uebrigens beteiligt sich hieran wahrscheinlich nicht bloß die Olive einer bestimmten Seite allein, sondern es concurriren wol beide, also sowol die mit der Hinterstranganlage gleichseitige, als die ihr entgegengesetzte. Dabei lässt sich an den von dem Strickkörper ausgehenden und in der Olive endigenden Bogenfasern und denen der Hinterstranganlage ein deutlicher Unterschied des Kalibers feststellen: jene stellen zarte, diese breite Elemente dar. Später sondert sich der Hinterstrang in zwei Abteilungen: 1) in den Keilstrang, der aus den beschriebenen Bogenfasern sich formirt und 2) in den zarten Strang, dessen Kern durch die Schleifenkreuzung Fasern der Schleifenschicht zugeführt erhält. Der Rest des Strickkörpers wird zur Kleinhirnseitenstrangbahn Flechsig's.

Was nun noch die Pyramiden betrifft, so muss ein gekreuzter Teil, der die Pyramidenseitenstrangbahn bildet, von der ungekreuzten Partie, die zur Pyramidenvorderstrangbahn wird,

unterschieden werden. Letztere ist in der Regel der bei weitem schwächere Teil; es kommt aber auch der umgekehrte Fall vor und endlich fehlt es auch nicht an asymmetrischen Pyramiden. Sie stellen mit den direkten Kleinhirnseitenstrangbahnen und den Goll'schen Strängen die langen Bahnen des Rückenmarks dar, während Vorder- und Hinterstranggrundbündel sammt den Seitenstrangresten als kurze Bahnen den vorigen gegenübergestellt werden.

Wie sind nun die anatomischen Tatsachen physiologisch zu verwerten, und wie lassen sich die Lücken unserer Erfahrungen mit Hilfe der Hypothese überbrücken?

Wir stellen zunächst Meynert's bahnbrechende Anschauungen voraus. Sie gipfeln in der Annahme eines „Projectionssystems", d. h. einer alle Sinnesoberfläche und die gesammte willkürliche Muskulatur mit der Großhirnrinde verbindenden Leitungsbahn, durch welche sämmtliche Empfindungseindrücke und Willensimpulse nach dem Centrum, resp. nach der Peripherie projicirt werden. „Ein Querschnitt des Hirnschenkels umfasst somit den ganzen Organismus, der nur riechunfähig und blind wäre." Im Rückenmark einheitlich, spaltet sich hier das Projectionssystem in zwei Bahnen, eine ventrale (Fuß) und eine dorsale (Haube), die auch funktionell verschieden sich verhalten. Im Fuß verlaufen die Bahnen, welche die in das Bewusstsein fallenden Bewegungsimpulse auf die vordern Rückenmarkswurzeln übertragen. Diese Fasern passiren, ehe sie in der Großhirnrinde endigen, den Linsenkern[1]); er stellt sich daher als ein in motorische Bahnen eingeschaltetes Ganglion dar. Die direkten Stabkranzbündel des Fußes repräsentiren die Bahn der bewussten Sinnes- (Tast-) Empfindungen. Die Haubenbahn endlich dient zur Leitung der reflektorischen Bewegungsimpulse. Die Haubenganglien, Seh- und Vierhügel, dienen vermittels der in ihnen enthaltenen reflektorischen Mechanismen zur unwillkürlichen Anpassung unserer Bewegungen an die äußern Verhältnisse, während durch die von ihnen gegen die Oberfläche der Hemisphären austretenden Bahnen die Rinde allmählich mit Innervationsgefühlen der ausgelösten Bewegungen besetzt wird.

Der Kern der Meynert'schen Lehre, dass dem Hirnschenkelfuß die Bedeutung der Willensbahn, der Hirnschenkelhaube die einer Reflexbahn zukomme, bleibt bestehen, wenn auch die Fortschritte der anatomischen und experimentellen Forschung manche seiner Ausführungen als unhaltbar oder wenigstens in anderm Licht erscheinen lassen. — W. bestreitet zunächst die Richtigkeit der anatomischen Grundlage, auf welche Meynert die Behauptung stützt, der äußere Teil des Hirnschenkelfußes sei sensibel (S. 195). Meynert hatte ferner das vordere Gebiet der Großhirnrinde für motorisch, das hintere für sensorisch erklärt. Auch das anatomische Fundament dieses

1) Vgl. dagegen oben W.'s Angaben.

Satzes hat sich als unsicher erwiesen, wenn schon der Inhalt der These selbst die Probe der Experimente von Fritsch und Hitzig bestanden hat; er ist übrigens neuerdings sogar durch Munk's Exstirpationsversuche nicht unbeträchtlich modificirt worden.

Einer besondern Formulirung bedürfen schließlich noch die Kreuzungsverhältnisse, die wir für die motorischen und sensiblen Bahnen gesondert vorführen. Was zunächst die motorischen Rückenmarksnerven betrifft, so gehören sie vermittels der Pyramidenkreuzung zu der gekreuzten Hemisphäre. Die ungekreuzt bleibende Pyramidenvorderstrangbahn wird wahrscheinlich als Willensbahn für die immer doppelseitig wirkenden Hals- und Rumpfmuskeln fungiren. Weit weniger durchsichtig liegen die Verhältnisse bei der sensiblen Bahn. Mag ein kleinerer Anteil derselben zur gleichseitigen Körperhälfte gelangen, oder nicht, jedenfalls geht auch hier die Hauptmasse der Fasern eine Kreuzung ein, wenn auch Ort und Stelle derselben freilich noch keineswegs mit wünschenswerter Sicherheit anzugeben sind. Die sensiblen Rückenmarksnerven kreuzen sich entweder nur einmal, und zwar in der grauen Substanz dicht oberhalb des Wurzelaustritts, oder unter Voraussetzung einer sensiblen Kreuzung „en masse", dreifach, woher denn eine dieser Kreuzungen wieder innerhalb des Rückenmarks, die beiden andern zwischen Hirnschenkel und Rückenmark vor sich gehen müssten.

Was nun noch die sensiblen Hirnnerven angeht, so sprechen anatomische und pathologische Erfahrungen für eine Kreuzung des *Olfactorius*, *Trigeminus* und *Acusticus*; im *Tractus opticus* findet W. mit Gudden ein gekreuztes (stärkeres) und ein ungekreuztes (schwächeres) Bündel (Ueber den Ursprung desselben s. Obersteiner's Artikel in Nr. 5 des Biolog. Centralbl.).

Ueber die Art der Darstellung, deren der Verf. bei Besprechung der oft sehr verwickelten anatomischen Verhältnisse sich bediente, sei mir noch ein Wort hinzuzufügen erlaubt! Die Resultate der anatomischen Forschung werden im Haupttext zusammenhängend vorgetragen, nur äußerlich unterbrochen durch eingeschobene klein gedruckte Zusätze, die teils erläutern und ergänzen, teils auf die Lücken unserer Kenntnisse hinweisen. Mit dieser zweckmäßigen Trennung der Beschreibung harmonirt auch die Anordnung der Abbildungen, die im Rahmen der glatten Schuldarstellung als übersichtliche Schemata auftreten, während den nicht selten umfangreichen Erläuterungen naturgetreue Ausführungen von Schnitten beigegeben sind.

Wir wünschen der selbstständigen Arbeit W.'s einen zahlreichen Leserkreis!

B. Solger (Halle a./S.).

Der centrale Ursprung des Nervus glossopharyngeus.

Der Zungenschlundkopfnerv entspringt beim Menschen mit 4—6 Wurzelfäden aus dem *Corpus restiforme* hinter jener Furche, welche die *Eminentia olivaris* lateralwärts (dorsal) begrenzt. — Die untersten Wurzelbündel des genannten Nerven schließen sich unmittelbar an die obersten Bündel des *N. vagus* an; es ist daher ohne Präparation vom peripheren Nervenstamme her gar nicht möglich für eine Anzahl von austretenden Wurzelfäden anzugeben, welchem der beiden Nerven sie angehören; nur die obersten Bündel sind ganz entschieden dem *N. glossopharyngeus* zuzuweisen. — Daraus ergibt sich allerdings auch, dass nur jene Ursprungsverhältnisse, wie sie sich in den obersten Austrittsebenen des in Rede stehenden Nerven vorfinden, zweifellos auf diesen bezogen werden können.

Der *N. glossopharyngeus* bezieht seine Fasern:

1. Aus dem kleinzelligen IX. Kern (oberer Teil des gemeinsamen Accessorius-, Vagus-, Glossopharyngeuskerns, sensorischer IX. Kern, hinterer IX. Kern). Lateral vom Hypoglossuskerne findet sich am Boden des vierten Ventrikels (teilweise der *Ala cinerea* der Rautengrube entsprechend) eine Zellgrube, deren oberster (proximalster) Teil dem *N. glossopharyngeus* Wurzelfasern zusendet. — Die meist spindelförmigen, kleinen Ganglienzellen dieses Kerns bilden eine compacte rundliche Gruppe, und sind häufig mit ihrer Längsaxe der Verlaufsrichtung der austretenden Wurzelfasern parallel gestellt. Lawia (Nuove ricerche sull' origine reale dei nervi cerebrali glossofaryngeo, acustico. . . Estr. d. Mem. della R. Accad. d. Sc. Torino 1879) und C. F. W. Roller (Centraler Verlauf des *N. glossopharyngeus.* Arch. f. mikr. Anat. XIX. B.) leugnen diese Beziehung des beschriebenen Kernes zum *N. glossopharyngeus.*

2. Der großzellige IX. Kern (motorischer, vorderer IX. Kern, vordere Ursprungssäule des gemischten seitlichen Systems von Meynert, *Nucleus ambiguus* von Krause, *Nucleus lateral. medius* von Roller). — Ventral von dem kleinzelligen Kerne, in dem Querschnittsfelde zwischen den XII. und IX. Wurzeln liegen zerstreute, den Vorderhornzellen des Rückenmarks ähnliche Zellen, von denen Fasern, ohne zu Bündeln vereinigt zu sein, dorsalwärts ziehen; ein Teil dieser Fasern wendet sich, kurz bevor er den grauen Boden des vierten Ventrikels erreicht hat, gegen die Raphe, medianwärts (Obersteiner, Ueber einige neuere Entdeckungen den Ursprung der Hirnnerven betreffend. Vortrag, auszugsweise mitget. im Anzeiger der k. k. Ges. d. Aerzte zu Wien vom 17. Juni 1880 sowie auch in den verschied. Wiener medic. Journalen), während ein andrer Teil dieser Fasern, wie dies von Duval (Recherches sur l'origine réelle des nerfs craniens. Journ. de l'Anat. et de la Phys. norm. et pathol. 1880) ausführlich beschrieben wurde, in engem Bogen lateralwärts umbiegt und

sich den IX. Wurzeln an ihrer medialen Seite anlegt. Weitere Fasern, welche sich den IX. Bündeln anschließen, kommen von der Raphe her, und scheinen größtenteils die Fortsetzung jener Fasern zu sein, welche, vom großzelligen Kerne der andern Seite stammend, sich zur Mittellinie gewendet haben.

3. Einen sehr beträchtlichen Teil des *Nerv. glossopharyngeus* liefert die aufsteigende Glossopharyngeuswurzel (Stilling's Solitairbündel, Respirationsbündel von Krause), welche oberhalb der Pyramidenkreuzung beginnend, sich als scharfer runder Nervenstrang, dem kleinzelligen IX., X., XI. Kerne lateral anliegend, leicht erkennen lässt, und (Obersteiner, Roller) mit, wenn nicht allen, so doch den meisten Fasern in die austretende IX. Wurzel umbiegt. Nach Roller würde ein geringer Anteil der aufsteigenden IX. Wurzel sich weiter hinauf bis in das Trigeminusgebiet verfolgen lassen. — In welcher Weise dieser Nervenstrang in den unteren Oblongataebenen entsteht, ist zweifelhaft. Roller meint, es seien an seiner Bildung hauptsächlich *Fibrae arcuatae* beteiligt, welche aus dem *Funiculus gracilis* der anderen Seite stammen; er hält es aber für wahrscheinlich, dass auch die obere Fortsetzung der Clarke'schen Säulen, sowie ein zarter vom Hypoglossuskern kommender Faserzug an seiner Bildung concurrire. — Wernicke (Lehrb. d. Gehirnkrankh. Cassel 1881) nimmt eine für IX., X., XI. übereinstimmende Ursprungsweise aus den drei geschilderten Quellen an.

Als weitere Ursprungsstätte des *Glossopharyngeus* sieht Roller seinen Glossopharyngeusherd an; er bezeichnet mit diesem Namen eine graue Masse mit sehr reichlichen kleinen Ganglienzellen, welche schon distalwärts von der aufsteigenden IX. Wurzel auftritt, weiterhin aber dieselbe umgibt und sich teilweise auch zwischen deren Bündel eindrängt. Es muss hervorgehoben werden, dass Roller einen Zusammenhang der Nervenzellen im untern Teile des IX. Herdes mit den Epithelien des Centralkanals, sowie den epithelienähnlichen Gebilden in nächster Nähe des Centralkanals beobachtet hat; er meint daher auch berechtigt zu sein, diese Epithelien als nervöse Elemente anzusprechen.

Die Wurzelbündel des *N. glossopharyngeus* durchsetzen kurz vor ihrem Austritt die aufsteigende Trigeminuswurzel und das *Corpus restiforme*. Wahrscheinlich treten hiebei einzelne Fasern aus den genannten Gebilden hinzu (Roller, Wernicke).

Versucht man eine physiologische Deutung der besprochenen Ursprungsgebiete des *N. glossopharyngeus*, so ließe sich Folgendes angeben:

Der großzellige IX. Kern ist nur ein Teil einer Zellensäule, welche zu unterst dem *N. accessorius*, *N. hypoglossus* und *Vagus*, dann dem *N. glossopharyngeus* und schließlich dem *N. facialis* und *Abducens* Fasern zusendet. Die Form der in diesem Kerne vorkommenden Zellen

ist diejenige, wie wir sie — ohne einen durchgreifenden Unterschied zwischen motorischen und sensorischen Zellen als feststehend anzunehmen — bei den unzweifelhaft motorischen Ganglienzellen gewöhnlich finden. Es ist demnach mehr als wahrscheinlich, dass diesem Kerne die motorischen IX Fasern entstammen. Hiezu kommt noch, dass zu jedem *N. glossopharyngeus* Fasern von den Kernen der beiden Seiten gelangen (Obersteiner); dies stimmt damit überein, dass jene Muskeln, welche gewiss, oder wenigstens wahrscheinlich vom neunten Nervenpaare innervirt werden, solche sind, die gleichzeitig bilateral in Action zu treten pflegen (*Musc. stylopharyngeus, Constrictor pharyngis . . .*). — Gegen diese Auffassung des großzelligen IX. Kernes sprechen sich u. A. Krause und vorzüglich Roller aus; letzterer gibt der Vermutung Raum, dass diese Ganglienzellengruppe die Bedeutung eines vasomotorischen und vielleicht auch trophischen Centrums besitze.

Bezüglich der aufsteigenden Glossopharyngeuswurzel ist auf die Aehnlichkeit ihres Verlaufs mit der aufsteigenden Trigeminuswurzel hinzuweisen. Es hat auch den Anschein, als ob einzelne Fasern aus der *Substantia gelatinosa* (der bekanntlich die *rad. ascend. quinti* entstammt) sich an der Bildung der *rad. ascend. glossoph.* beteiligen würden. Querschnitte von Gehirnen junger, neugeborner Tiere (Hunde) zeigen auch eine auffallende Uebereinstimmung in dem Entwicklungsgange beider aufsteigenden Nervenwurzeln; es liegt daher nahe, auch auf eine Analogie der Funktion zu schließen, und anzunehmen, dass die aufsteigende Wurzel des *N. glossopharyngeus* dazu bestimmt sei, jene der allgemeinen Sensibilität zukommenden Erregungen zu vermitteln, welche in das Gebiet des *Glossopharyngeus* fallen. —

Wenn nun für die eigentlichen Geschmacksempfindungen der kleinzellige IX. Kern in Anspruch genommen wird, so spricht dafür auch der Umstand, dass, wie Duval angibt (Roller widerspricht allerdings) die obersten Bündel, welche diesem Kerne entstammen, die *portio intermedia N. Wrisbergi* bilden und sich weiterhin durch die *Chorda tympani* in den *N. lingualis* fortsetzen sollen. Duval sieht daher den *N. intermed. Wrisb.* als den Geschmacksnerven für den vordern Teil der Zunge an, sodass alle die Nervenbahnen, welche Geschmacksempfindungen zu leiten haben (*Lingualis* und *Glossopharyngeus*) doch aus einem einzigen gemeinsamen Nervenkerne, dem kleinzelligen IX. Kern ihren Ursprung nehmen.

Obersteiner (Wien).

E. Drechsel, Bildung des Harnstoffs im Organismus.

Archiv für Physiologie. Jahrg. 1881.

Seit dem Nachweis, dass die Bildung des Harnstoffs auf Kosten der Eiweißkörper erfolgt, und dass die Menge des ausgeschiedenen

Harnstoffs als Maßstab für den Umfang des Eiweißumsatzes im Organismus dienen kann, musste die Frage, auf welche Weise der Harnstoff im Körper aus den stickstoffhaltigen Bestandteilen der Nahrung gebildet werde, ein hervorragendes Interesse erwecken, ohne dass es bis vor Kurzem gelingen wollte, eine befriedigende Lösung für dieselbe zu finden.

Der Harnstoff ist keineswegs als ein gewöhnliches Oxydationsprodukt der Eiweißkörper, vielmehr als ein Produkt einer tiefgehenden Spaltung aufzufassen, einer Spaltung, die wir heute noch für eine specifische Leistung des Organismus halten müssen. Denn trotz der entgegenstehenden Behauptungen von Béchamp und Ritter müssen die zahlreichen bisherigen Bemühungen zur Darstellung von Harnstoff aus Eiweiß durch künstliche Oxydation als völlig verfehlt bezeichnet werden. Aber auch durch Fütterungsversuche konnte man nachweisen, dass der Stickstoff des Eiweißkörpers bei der Oxydation desselben im Organismus unmöglich als Harnstoff abgespalten werden kann. Es zeigte sich nämlich, dass der Stickstoff gewisser Amidosäuren, namentlich derjenigen, die wir als Spaltungsprodukte der Eiweißkörper kennen, im Organismus der Säugetiere zur Bildung von Harnstoff verwendet wird. So gehen z. B. Leucin, Glycocoll, Asparagin und Asparaginsäure in Harnstoff über. Doch auch in den Organismus eingeführtes Ammoniak gibt reinen Stickstoff zur Harnstoffbildung her.

Diese Ergebnisse mussten die Frage nahe legen, durch welche Reaktion eigentlich der Harnstoff aus den betreffenden Materialien gebildet werde. Der Umstand, dass sowol die Amidosäuren als auch das Ammoniak im Molekül nur je ein Atom Stickstoff enthalten, der Harnstoff aber deren zwei, ließ sofort erkennen, dass letzterer nur auf synthetischem Wege entstehen könne, und zwar, da die Amidosäuren selbst einer völligen Zersetzung unterliegen, aus Ammoniak. Alle Vermutungen, die man bisher über die Bildung des Harnstoffs geäußert hat, gehen auch natürlich vom Ammoniak aus. Wir übergehen die Aufzählung derselben und wenden uns sogleich zu einer Anschauung Drechsel's, welche durch dessen neuen Erfolge zu bevorzugter Bedeutung gekommen ist. Drechsel stellte Versuche über die Oxydation von Glycocoll etc. in alkalischer Lösung bei gewöhnlicher Temperatur an und fand, dass überall, wo Kohlensäure und Ammoniak unter diesen Verhältnissen zusammentreffen, beide sich unter Entstehung von Carbaminsäure resp. carbaminsaurem Ammon vereinigen. Demgemäß hat er diese Verbindungen als Muttersubstanzen des Harnstoffs bezeichnet.

Drechsel war es nun darum zu tun, einen möglichst zwingenden Beweis für die Richtigkeit seiner Anschauung zu erbringen. Geht, so sagte er sich, der Harnstoff im Organismus aus carbaminsaurem Ammon hervor, so muss diese Hypothese auch außerhalb des Organismus auf eine Weise verwirklicht werden können, wie sie möglicher-

weise im Organismus statthaben kann. Die Aufgabe war demnach folgende: dem carbaminsauren Ammon soll in wässeriger Lösung Wasser entzogen werden, wobei Harnstoff zurückbleibt. Man sieht leicht, dass unter diesen Verhältnissen die gewöhnlichen wasserentziehenden Mittel sämmtlich ausgeschlossen waren, denn diese würden natürlich das zur Lösung benutzte Wasser zunächst in Beschlag genommen haben. Es handelte sich also darum, ob das Wasser nicht auch auf andere Weise als in toto dem carbaminsauren Ammon entzogen werden könne, nämlich so, dass die Elemente des Wassers getrennt, in zwei Reaktionen, abgespalten würden. Denn es muss doch auf dasselbe hinauskommen, ob man einem Körper direkt Wasser entzieht oder Sauerstoff + Wasserstoff, resp. umgekehrt; in beiden Fällen hat der Körper schließlich Wasser verloren.

Das einfachste Mittel, das vorgesteckte Ziel zu erreichen, ist offenbar eine Reduktion, um Sauerstoff und eine Oxydation, um Wasserstoff zu entfernen; beide Reaktionen brauchen hierbei vielleicht nicht gleichzeitig vor sich zu gehen, müssen aber doch möglichst rasch hintereinander erfolgen. Drechsel hat nun folgende Versuchsanordnung getroffen: eine wässerige Lösung von carbaminsaurem Ammon wurde mittelst einer Batterie von 4—6 Grove'schen Elementen unter Anwendung von Platin- oder Graphitelektroden der Elektrolyse unterworfen, während in den Stromkreis ein selbsttätiger, rasch gehender Commutator eingeschaltet war; eine gleichfalls eingeschaltete Tangentenbussole bewies die gleiche Stärke der in wechselnder Richtung laufenden Ströme, da die Nadel in der Ruhelage verharrte oder doch nur sehr unbedeutend um dieselbe oscillirte. Unter diesen Umständen wurde aber jede Elektrode abwechselnd positiv und negativ; an jeder fand daher in schnellem Wechsel Oxydation und Reduktion statt.

Drechsel konnte nun nachweisen, dass unter den angegebenen Verhältnissen tatsächlich das gewünschte Resultat erzielt wird. Indem das carbaminsaure Ammon in schneller Aufeinanderfolge einer Oxydation durch nascirenden Sauerstoff und einer Reduktion durch nascirenden Wasserstoff anheimfiel, wurde ihm Wasser entzogen und Harnstoff gebildet. Da nun nachweislich im lebenden Organismus sowol Oxydationen als Reduktionen stattfinden, so ist durch die genannten Versuche eine befriedigende und, soweit möglich, auch experimentell bewiesene Erklärung für die Bildung des Harnstoffs im Organismus gegeben.

Der Weg, auf welchem der Stickstoff der Eiweißkörper in die Form von Harnstoff gebracht wird, wäre also folgender: Zunächst werden die Albuminkörper gespalten, wobei Amidosäuren entstehen; diese letzteren werden völlig verbrannt unter Bildung von Kohlensäure und Ammoniak, welche sich in dem Verhältniss von $CO_2 : 2NH_3$ sofort zu carbaminsaurem Ammon vereinigen; letzteres Salz endlich unterliegt einer Oxydation mit darauffolgender Reduktion, wodurch

es unter Austritt von Wasser in Harnstoff übergeführt wird. Der Uebergang von verfüttertem Ammoniak, Glycocoll etc. in Harnstoff versteht sich hiernach von selbst.

Schmidt-Mülheim (Proskau).

Roussy, Recherches chimiques et expérimentales sur la pathogénie de l'Angor pectoris.

Thèse inaugurale. Paris, Derenne 1881.

Verf. suchte zunächst die Frage zu entscheiden, wie lange das Herz fortfährt zu schlagen, wenn man die ihm Blut zuführenden Arterien unterbindet. Zu diesem Zwecke leitete er an einem kurarisirten Hunde künstliche Atmung ein, öffnete den Thorax so weit, dass das Herz frei lag, schlug das Perikadium zurück, unterband eine Coronararterie oder eine der Auriculoventrikulararterien und beobachtete nun die Veränderungen im Rhythmus oder in der Stärke des Herzschlags. Bei den Hunden hört nun das so blutleer gemachte Herz fast sofort auf zu schlagen und nach kaum zwei Minuten ist definitiver Stillstand eingetreten. Man kann auch nach der von Vulpian eingeführten Methode in die Herzhöhlen Semen Lycopodii injiciren. Diese feine pulverisirte Substanz gerät in die Gefäße, verschließt sie, und etwa $1^1/_2$ Minuten nach der Injection haben die kräftigen und rhythmischen Herzbewegungen aufgehört und sind durch fibrilläre Zuckungen, das sichere Anzeichen des physiologischen Todes des Herzens, ersetzt. Selbst wenn der Vagus durch vorherige Injection einer kleinen Menge Atropin gelähmt ist, setzt die plötzliche Anämie den Herzkontraktionen ein ebenso plötzliches Ende.

Diese Ergebnisse weichen etwas von denen ab, welche Chirac, Panum und Erichson erhalten haben. Diese Physiologen operirten jedoch an Kaninchen und fanden für die spontanen Herzbewegungen nach der vollständigen Anämie eine viel längere Dauer (eine Stunde und mehr nach Anlegen der Ligatur). Die Experimente Roussy's dürfen deshalb nicht auf alle Wirbeltiere ausgedehnt werden.

Wir wollen noch hervorheben, dass dieses plötzliche Aufhören der Funktionen des Herzmuskels eine Ausnahme von dem bildet, was man an andern Muskeln beobachtet. Ein gewöhnlicher blutleer gemachter Muskel, stirbt erst nach 3—6 Stunden, während in dem angeführten Experimente der Tod sofort eintritt. Vielleicht ist uns hierin ein Mittel an die Hand gegeben zu unterscheiden, was bei dem Rhythmus des Herzschlags auf Rechnung der Nerven, was auf Rechnung der Muskeln zu setzen ist. Es ist kaum anzunehmen, dass der Muskel durch die Anämie so schnell absterben solle, deshalb ist wol die Annahme richtiger, dass es die die Bewegungen innervirenden Ganglien sind, welche so schnell von der Anämie ergriffen werden.

Die Resultate seiner Experimente wendet Roussy auf die unter dem Namen *Angina pectoris* bekannte Krankheit an. Indess scheint uns die Annahme des Verf., in der *Angina pectoris* sei der Tod stets auf die durch Reizung der Centren (vom Sympathicus oder Vagus aus) herbeigeführte Constriktion der Herzgefäße zurückzuführen, zu großen Schwierigkeiten Anlass zu geben. Der Tod kann auch die Folge einer Reizung des centralen Vagusendes sein, wie denn Bert und Vulpian starke Ohnmachten infolge starker und lange dauernder elektrischer Reizung des centralen Endes dieses Nerven beobachtet haben.

Ch. Richet (Paris).

Cohnheim und v. Schulthess-Rechberg. Ueber die Folgen der Kranzarterienverschliessung für das Herz.

Virchow's Arch. Bd. 85. p. 503.

Die Sklerose der Kranzgefäße des Herzens ist schon lange als die anatomische Unterlage mancher sog. Neurosen des Herzens erkannt worden, aber erst in neuerer Zeit hat die sorgfältige pathologisch-anatomische Untersuchung die relative Häufigkeit und die große Bedeutung dieser Erkrankung kennen gelehrt. In jenen so häufigen Fällen von ganz plötzlichem Tode, welche scheinbar ganz gesunde und meistens recht kräftige Individuen zu betreffen pflegen, weist die Section häufig als einzige pathologische Erscheinung eine Sklerose der Coronararterien nach. Derartige Fälle haben die Vff. veranlasst eine experimentelle Untersuchung darüber anzustellen, welche Folgen die Verschließung eines Zweiges der Coronararterien am Hunde nach sich zieht. — Vor den Vff. haben schon v. Bezold und später Samuelson die Frage am Kaninchenherzen zu entscheiden gesucht. Ihre Resultate weichen in Einzelheiten mannichfach von einander ab, im Wesentlichen aber stimmen sie darin überein, dass nach Zuklemmung der *Art. coronaria sin.* das Kaninchenherz vollständig stillsteht, dass dieser Stillstand früher am linken als am rechten Ventrikel eintritt, und dass endlich selbst nach einem Stillstand von 1—2 Minuten Dauer das Herz seine Funktionen wieder aufnimmt, wenn man die Arterie wieder wegsam macht und dafür sorgt, dass Blut in dieselbe eintritt. Nach Samuelson erliegen junge und schwache Tiere, nach Bezold gerade kräftige am leichtesten dem Eingriff. — Vff. haben an Hunden experimentirt, bei denen die *Artt. coronariae* oberflächlich unter dem Perikard verlaufen und sich fast ohne Präparation zum Versuche darbieten. Bisher existirt nur ein älterer Versuch am Hunde, der von Panum herrührt, aber durchaus nicht einwandsfrei ist. — Beim Hunde und Kaninchen sowol wie beim Menschen existiren zwischen den einzelnen Aesten der *Art. coronaria* keinerlei arterielle Anastomosen, sie sind alle Endarterien. Es ist daher sehr leicht

durch Unterbindung eines Zweiges der Coronaria einen Herzteil jeder Zufuhr arteriellen Blutes zu berauben und damit einen Zustand herzustellen, wie er bei Sklerose der Coronararterien in dem Momente eintritt, wo die Verengerung des Lumens es verhindert, dass ein Herzteil das zur Leistung seiner Arbeit erforderliche Blutquantum erhält. Die Vff. haben ihre Versuche an curarisirten und künstlich respirirten Hunden gemacht; die Herztätigkeit wurde auf einem Hering'schen Kymographion registrirt. Die von ihnen beobachteten Erscheinungen waren folgende: Der Verschluss eines Coronarastes zeigte regelmäßig keinen unmittelbaren Effekt. Erst gegen Ende der ersten Minute fingen einzelne Pulse an auszusetzen, dann wurde die Herztätigkeit ausgesprochen arhythmisch und zugleich etwas verlangsamt. Der arterielle Druck bleibt dabei auf der gewöhnlichen Höhe; erst während der ausgesprochenen Arhythmie tritt eine geringe Druckerniedrigung ein. Durchschnittlich 105 Sekunden nach Zuschnürung der Ligatur bleibt aber das eben noch kräftig schlagende Herz plötzlich still stehen, und der Blutdruck sinkt steil bis zur Abscisse. Beide Ventrikel bleiben absolut gleichzeitig in Diastole stillstehen, während beide Vorhöfe kräftig und regelmäßig fortpulsiren. Nach 10—20 Sekunden beginnen in der Muskulatur beider Ventrikel äußerst lebhafte wühlende oder flimmernde Bewegungen, welche 40—50 Sekunden anhalten und dann allmählich dem Ruhezustande Platz machen. Weder die Vorhofskontraktionen noch die flimmernden Ventrikelbewegungen haben irgend welchen Einfluss auf den arteriellen Druck. Die einmal zum Stillstand gekommenen Ventrikel sind auf keine Weise wieder zur Kontraktion zu bringen. Hierin sowie in der sicher konstatirten absoluten Gleichzeitigkeit des Stillstandes in beiden Ventrikeln liegt eine wesentliche Abweichung von den oben erwähnten Resultaten Bezold's und Samuelson's. Am Hundeherzen trat der irreparable Stillstand sogar dann ein, wenn noch während des Stadiums der Arhythmie vor dem Absinken des Blutdrucks die Ligatur gelöst worden war. — Bei dem Versuche die geschilderten Erscheinungen zu erklären handelte es sich zunächst darum, den etwaigen Anteil des Vagus an dem Zustandekommen derselben zu ermitteln. Die Vff. haben daher an Tieren experimentirt, denen der Vagus durchschnitten oder die mit Atropin vergiftet waren. Im Ablauf der Symptome wurde dadurch nichts geändert. — Der nächstliegende Gedanke ist nun wol der, dass die absolute Anämie als solche die deletäre Wirkung entfaltet. Indem einem Teile des Herzens das Ernährungsmaterial entzogen und damit die Kontraktionsfähigkeit geraubt wird, könnte vielleicht das ganze Herz an der Ausführung wirksamer Zusammenziehungen gehindert werden. Durch eine Reihe experimenteller und klinischer Thatsachen ist es aber erwiesen, dass Kontraktionsunfähigkeit eines Teils der Herzwand das Fortbestehen einer

regelmäßigen Herztätigkeit nicht verhindert, und dass keinesfalls die Tätigkeit des einen Ventrikels an die des andern gebunden ist. Bei der Erstickung, wo wirklich Sauerstoffmangel der Grund des Todes ist, zeigt sich denn auch ein ganz anderes Verhalten der Blutdruckkurve. Auch die Irreparabilität des Herzstillstandes spricht gegen die Annahme, dass derselbe das Resultat des Sauerstoffmangels sei; denn die Wirkung einer so kurz dauernden Anämie müsste nach anderweitigen Erfahrungen durch reichliche Zuführung sauerstoffhaltigen Blutes wieder auszugleichen sein. Die Verff. machen daher die Annahme, dass es sich hier um die Einwirkung eines direkten Herzgifts handelt. Während der Kontraktion des Muskels werden in demselben Substanzen gebildet, welche auf die Lebenstätigkeit desselben nachteilig einwirken. Im regelmäßig durchströmten Muskel werden dieselben durch die Cirkulation wieder entfernt; wird die Cirkulation aufgehoben, so häufen sie sich an und bewirken in der geschilderten Weise den Tod des Muskels. Welcher Art diese Substanzen sind, ob es sich um eine oder um mehrere handelt, das vermögen die Verff. nicht zu entscheiden. Hingegen haben sie durch Versuche festgestellt, dass die Kohlensäure jedenfalls nicht das schädliche Agens ist. Denn wenn sie durch Venenabsperrung auch die stärkste Cyanose des Herzens hervorriefen, so erhielten sie doch keine den geschilderten irgendwie ähnliche Symptome. Für die Annahme eines Gifts spricht der Umstand, dass mit der Größe des ausgeschalteten Bezirks die Geschwindigkeit, mit der die Erscheinungen eintreten, wächst. Versuche, durch Vagusreizung die Herztätigkeit herabzusetzen und damit eine Verlangsamung im Ablauf der Erscheinungen zu erzielen, blieben ohne entscheidendes Resultat. Um über die Abweichungen ihrer Resultate von denen der frühern Untersucher ins Klare zu kommen, haben die Verff. auch eine Reihe von Experimenten an Kaninchen unternommen. In einem Drittel ihrer Fälle sahen sie hier ganz denselben typischen Verlauf wie bei ihren Hundeexperimenten; in andern Fällen trat ein allmähliches Absinken des Blutdrucks ein, die Herztätigkeit erlosch ganz successiv, nicht gleichzeitig in beiden Ventrikeln. In den erstern Fällen handelte es sich um kräftige Exemplare mit hohem arteriellen Druck, in den letztern Fällen waren die Tiere entweder von vornherein schwächlich oder hatten während des Versuchs sehr gelitten. Ein kräftig arbeitendes Herz erliegt prompter der Einwirkung der Coronarverschließung als ein schwach tätiges. Diese Tatsache erklärt sich sehr gut aus der von den Verff. gemachten Annahme über die Ursache des Herzstillstands; und sie erklärt auch befriedigend die Differenzen zwischen den Resultaten der Verff. und denen der frühern Untersucher. Denn da das Hundeherz weit kräftiger und widerstandsfähiger ist als das Herz des Kaninchens, so wird an ersterm der typische Ablauf der Erscheinungen weit klarer und regelmäßiger zu be-

obachten sein, während letzterer meist die Verhältnisse eines geschwächten, in seiner Leistungsfähigkeit herabgesetzten Herzens darbietet. — Am Schluss ihrer Arbeit weisen die Verff. darauf hin, dass man berechtigt ist, die Resultate ihrer Versuche direkt auf die menschliche Pathologie zu übertragen, und dass dieselben geeignet erscheinen, manchen ohne genauere Untersuchung unerklärlich erscheinenden plötzlichen Todesfall zu erklären. Sie heben, gegenüber Samuelson hervor, dass sie niemals Lungenödem bei ihren Versuchen beobachtet haben, und dass das Zustandekommen desselben auch jedenfalls mit dem Coronarverschluss in keiner Beziehung steht.

G. Kempner (Berlin).

Gaetano Salvioli, Die gerinnbaren Eiweissstoffe im Blutserum und in der Lymphe des Hundes.

Du Bois Arch. 1881. 269. Aus C. Ludwigs Laboratorium.

Das dem Einfluss der lebenden Gefäßwand entzogene, sich selbst überlassene Blut gerinnt. Es zerfällt hierbei in zwei Teile, den Blutkuchen und das Blutserum (Blutwasser). Letzteres ist sehr reich an Eiweißkörpern, welche Serumalbumin und Serumglobulin (Paraglobulin) genannt, von Alex. Schmidt, Heynsius und Hammarsten genauer studirt sind. Dem letztgenannten Autor verdanken wir eine vorzügliche Methode zur Trennung und quantitativen Bestimmung dieser Stoffe, welche auch Verf. benutzte. Die mühevollen Versuche ließen keinen bestimmten Einfluss auf die Menge des Serumalbumins und Serumglobulins beim hungernden oder mit Fleisch gefütterten Hund erkennen. Auch in Blut, Chylus und Lymphe desselben Hunds blieb unabhängig von Hunger oder Verdauung nach Fleischfütterung die Menge des Gesammteiweißes und das Verhältniss von Serumglobulin zu Gesammteiweiß nahezu unverändert.

Th. Weyl (Erlangen).

Welcker, Die neue anatomische Anstalt zu Halle.

Archiv f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1881. S. 161. Mit vier Holschnitten.

Verf. beschreibt nicht nur die neue Anatomie zu Halle, nachdem ein sehr interessanter historischer Abriss über die früher an dieser altberühmten Universität tätig gewesenen Anatomen vorausgeschickt worden war, sondern gibt auch zahlreiche technische Einzelheiten aus seiner reichhaltigen Erfahrung. Ref. hatte Gelegenheit unter Welcker's Führung das prachtvolle Institut zu durchwandern und kann aus eigner Anschauung die hohe Zweckmäßigkeit der getroffen Einrichtungen nicht rühmend genug hervorheben. Von Einzelheiten mögen hier nur die Schränke aus Glas und Eisen, wie sie auch das neue zoologische Institut von Ehlers in Göttingen besitzt, ferner die Welcker'sche Erfindung von Präparatenkasten aus Schiefer, deren Deckel in der Wand befestigt sind, erwähnt werden. Alles so einfach und praktisch wie nur möglich, dabei für die Jahrhunderte berechnet und mit Rücksicht hierauf ohne Zweifel sehr billig, sowie

schließlich geeignet, eine Menge von täglich empfundenen Uebelständen zu beseitigen. Ref. wenigstens weiß was es heißt, wenn die Tischler in kleinen Universitätsstädten neue Holzschränke mit Klemmtüren hergerichtet haben und kennt auch die Freuden in Betreff der chemischen Eigenschaften von Zinkkästen zur Genüge. — Welcker hat ferner die Zahl der Wirbel vergleichend-anatomisch diskutirt. Indem einem primitiven Säugetiertypus 26 Wirbel der eigentlichen Wirbelsäule zugeschrieben werden, unterscheidet Verf. lipospondyle Tiere (Primaten) und auxispondyle Säugetiere (geschwänzte Affen, Carnivoren etc.), bei welchen die ursprüngliche Wirbelanzahl einerseits vermindert, andrerseits vermehrt ist. Näher kann hierauf, sowenig wie auf eine weitere Mitteilung Welcker's über lumbosacrale Uebergangswirbel, Assimilation eines Wirbels an das Kreuzbein und dadurch etwa bedingte Asymmetrie des Beckens, die in geburtshiflicher Hinsicht von Interesse erscheint, nicht eingegangen werden. Möge es dem Verf. gefallen, nicht nur seine genannten vorläufigen Mitteilungen über die Wirbelsäule etc. bald zu vervollständigen, sondern auch aus dem Schatze seiner technisch-anatomischen Erfahrungen Ausführlicheres mitzuteilen. Ref. kennt aus eigener Anschauung wie gesagt durch die Freundlichkeit des Verfassers Einiges davon, was hier aber nicht verraten werden darf.

W. Krause (Göttingen).

Erklärung.

Nr. 7 vom 15. Juli 1881 des Biologischen Centralblatts enthält auf S. 220 einen Artikel von Dr. J. Steiner „Ueber die elektrischen Erscheinungen an der Netzhaut", der u. A. über eine Untersuchung von W. Kühne und J. Steiner berichtet, also z. T. Autorreferat ist. Der letztere Umstand veranlasst mich zu der Erklärung, dass ich erst heute Kenntniss von der Existenz jenes Berichts sowie von der Mitarbeiterschaft Dr. Steiner's am Biol. Centralbl. (vergl. S. 6 des ersten Verzeichnisses der Referenten) überhaupt erhalte und daher ebenso unbeteiligt bin an dessen missverständlicher Darstellung (S. 222) der Entdeckung des Sehpurpurs als eines in der Retina enthaltenen ausschließlich durch Licht veränderlichen Farbstoffs, wie an der Nichterwähnung der Versuche Holmgren's über das elektrische Verhalten der isolirten Netzhaut, auf welche die dem Steiner'schen Referat zugehörige Originalabhandlung S. 327 und 328 (Bd. III. der Unters. des physiol. Inst. zu Heidelberg) ausdrücklich Bezug genommen hatte.

Heidelberg, den 24. Oktober 1881.

W. Kühne.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt" bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut"** zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **30. November 1881.** **Nr. 16.**

Inhalt: **Klebs,** Ueber Form und Wesen der pflanzlichen Protoplasmabewegung. — **Selenka,** Ueber eine eigentümliche Art der Kernmetamorphose. — **Pierret** und **Renaut,** Ueber die Lymphbahnen der Rinderlunge. — **v. Fleischl,** Ueber die Theorien der Farbenwahrnehmung. — **Owen,** Eier der Echidna hystrix.

Ueber Form und Wesen der pflanzlichen Protoplasmabewegung.

Von **Georg Klebs,** (Würzburg).

Die Zellentheorie von Schwann und Schleiden gab den biologischen Wissenschaften einen großartigen Aufschwung, indem sie durch die Erkenntniss der Zellen als kleinster, bei Tieren wie Pflanzen wesentlich gleich gebauter Elementarorgane den innigen Zusammenhang der organischen Welt hell erleuchtete und eine Menge neuer ungebahnter Wege der Forschung eröffnete. In noch höherm Maße tut sie dieses in der consequenten Weiterentwicklung, die sie in der Protoplasmatheorie gefunden hat. Nach dieser Anschauung ist das Protoplasma, dies Gemenge verschiedenster Stoffe, von denen als die wesentlichsten die Eiweißstoffe angenommen werden, der Träger jedweder Lebensfunktion, sei es im Tier- oder Pflanzenreich. Wo wir jetzt bei einer Frage tiefer eindringen, ob bei dem Zellwachstum, ob bei der Zellteilung, ob bei irgend einem Prozess des Stoffwechsels oder bei der Nerven- oder Muskeltätigkeit, die letzten Ursachen, die wir vorläufig dafür finden können, verlegen wir in die Eigenschaften dieses rätselhaften Körpers. In der Erforschung desselben ruht die Erkenntniss des Geheimnisses vom Leben.

Das Protoplasma lebt, so lange es seine verschiedenen Funktionen ausübt; wodurch es im Zustande seines Lebens zum Unterschied von dem seines Abgestorbenseins eigentlich charakterisirt ist, ganz abgesehen von den einzelnen Leistungen, die es lebend auszuführen hat, ist in physikalischer wie chemischer Beziehung noch sehr wenig erkannt. Für den Beobachter liegt einer der wesentlichsten Charaktere

eines lebenden Protoplasmas in seiner Bewegungsfähigkeit. Die auffallenden Beispiele solcher Bewegungen sind schon seit lange bekannt und bei Tieren wie Pflanzen vielfach untersucht; und gerade die Identität solcher Bewegungserscheinungen bei pflanzlichen wie tierischen Zellen war es, die zuerst und hauptsächlich auf die Annahme der Identität des sich bewegenden Protoplasmas selbst geführt hat. Je näher man zugesehen hat, um so verbreiteter haben sich die Bewegungen nachweisen lassen; und jetzt scheint es wol klar, dass jedes Protoplasma, in welcher Form es auch erscheine, zu irgend einer Zeit seines Lebens Bewegungen zeigt, die für unsre jetzigen Vergrößerungen sichtbar sind.

In Folgendem sollen die Bewegungen des pflanzlichen Protoplasmas geschildert werden; und zwar zuerst die tatsächlichen Beobachtungen, die man darüber gemacht hat. In einem zweiten Abschnitt wird der Einfluss äußerer Agentien wie Wärme, Licht u. s. w. auf die Bewegungen; in dem Schlussabschnitt sollen die jetzt herrschenden Ansichten über den Zusammenhang von Bau und Bewegung des Protoplasmas erörtert werden.

Die Bewegungen des pflanzlichen Protoplasmas.

Die Bewegungserscheinungen des Protoplasmas, wie sie im Pflanzenreich auftreten, zeigen sich in sehr verschiedener Weise; doch lassen sich gewisse Hauptformen unterscheiden, zwischen denen allerdings zahlreiche Uebergänge vorhanden sind. Einmal sind es Ortsveränderungen ganzer bestimmt geformter Protoplasmamassen, die während der Bewegung ihre Gestaltung unverändert lassen; hierzu gehören die Bewegungen frei schwimmender Protoplasmakörper meist vermittels besonderer Bewegungsorgane wie sie die Schwärmsporen, Spermatozoiden u. s. w. zeigen. Im Gegensatz zu diesen Massenbewegungen tritt die Bewegung in den von festen Membranen umschlossenen, meist im Gewebeverbande stehenden Pflanzenzellen in der Weise auf, dass das Plasma durch Umlagerungen seiner kleinsten Teilchen stetige Veränderungen seiner Gestalt oder Ortsveränderungen der in ihm enthaltenen Körnchen zeigt. Eine eigentümliche Mittelstellung nehmen die Plasmodien der Myxomyceten ein, Protoplasmamassen ohne Membran, die durch Verschmelzung vieler aus den Sporen entstandener Schwärmer sich gebildet haben; an ihnen beobachtet man Ortsveränderungen ihrer ganzen Masse vermittels fortwährender Gestaltsveränderungen. Das Studium der Bewegungserscheinungen dieser Plasmodien ist am besten geeignet das Wesentliche der pflanzlichen Protoplasmabewegung festzustellen. Ganz gleichgiltig ist es dafür, ob man die Myxomyceten mit der Gruppe der Amöben, Monaden u. s. w. zusammenstellt oder zu den Pilzen setzt.

Die Plasmodien[1]) erscheinen in den meisten Fällen als schleimige,

1) Die Plasmodien sind hinsichtlich ihrer Bewegung vielfach und sorgfältig

schon für das bloße Auge sichtbare oder netzförmig verzweigte Massen, die sich durch beständige Veränderung ihrer Gestaltung auf ihrer Unterlage fortbewegen. Der Körper wird von einer hellen, durchscheinenden, homogen aussehenden Substanz gebildet, der „Grundsubstanz“ de Bary, die an den Berührungsstellen mit den umgebenden Medien, sei es Wasser oder Luft, ganz allmählich in eine nach außen scharf umschriebene peripherische Randschicht übergeht, wahrscheinlich nur eine dichtere Modifikation der Grundsubstanz vorstellend. Diese selbst ist dicht erfüllt von kleinen Körnchen als einem wesentlichen, nie fehlenden Bestandteil. Man bezeichnet nach dem Vorgang von Pringsheim die körnerhaltige Plasmamasse als „Körnerplasma“ und die stets körnerfreie dichtere Randschicht als Hautschicht. Jedes Plasmodium zeigt Bewegung von zweierlei Art. Einmal befinden sich die einzelnen Körnchen in sehr lebhafter Strömung; sie laufen in schmalen Strömen einher, gleichsam wie die Blutkörperchen in den Gefäßen. In den dünnen Adern des Netzes oder in den fadenförmigen Zweigen, die von der ganzen Peripherie des Plasmodiums ausstrahlen, verläuft in der Mitte derselben nur ein einzelner Strom; in dickern Aesten sind es mehrere; sehr viele fließen neben einander her in den mehr hautartigen Ausbreitungen des Plasmodiums, die einen nach dieser, die andern nach jener Richtung, häufig in ganz entgegengesetzter. Bei jedem Körnerstrom wechselt nach einer gewissen, in den Einzelfällen sehr verschiedenen Zeit, die Richtung der Bewegung; sie setzt sich stets in die entgegengesetzte um. Ebenso ändert sich bei jedem Strom die Geschwindigkeit, die so groß werden kann, dass kaum die einzelnen Körnchen zu unterscheiden sind, andrerseits sich verlangsamt bis zur Unmerkbarkeit; zeitweise hört die Bewegung auf, bis wieder nach gewisser Zeit sie stärker und stärker wird. Neben dieser unaufhörlich der Intensität wie der Richtung nach wechselnden Körnerströmung zeigt die ganze Peripherie des Plasmodiums, in welcher die Ströme hin und her laufen, eine anscheinend von jener unabhängige Bewegung, die in einer beständigen langsam fließenden Veränderung des Umrisses und einem wechselnden Austreiben und Wiedereinziehen kleiner tentakelartiger Fortsätze besteht; hiebei sind diese Zweige oder Vorsprünge bald körnerfrei bald von strömenden Körnern durchzogen. Dadurch, dass überwiegend an dem einen Rande des Plasmodiums, dem vordern, solche Zweige und Fortsätze ausgetrieben werden, und zugleich die Körnerströme überwiegend zufließen, während an dem entgegengesetzten hintern Rande überwiegend die Zweige eingezogen werden, die Körnerströme mehr abfließen, kommt eine Vorwärtsbewegung der Plasmodien zu Stande.

untersucht; das grundlegende Werk ist: de Bary, Die Mycetozoen. 2. Auflage, Leipzig 1864; ferner ist besonders zu vergleichen: Kühne, Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig 1864 S. 69—75; Hofmeister, Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig 1867 S. 17—27.

Die anscheinend von einander unabhängigen Bewegungen der Grundsubstanz und der in ihr enthaltenen Körner veranlasste Cienkowski[1]) zu der Annahme, dass in dem Plasmodium zweierlei verschiedene Substanzen enthalten wären, eine zähe Grundmasse und eine in ihr wie in besondern Kanälen fließende feinkörnige Substanz. Nach de Bary's[2]) von Kühne bestätigten Beobachtungen und Versuchen[3]) kann aber die Substanz der Körnerströme unmittelbar die Eigenschaften der peripherischen langsam fließenden Substanz annehmen; beide sind nur verschieden in dem Grad ihrer Kohäsion, der Beweglichkeit, welche in jedem Punkt des Plasmodiums einem unaufhörlichen Wechsel unterworfen ist.

Die Bewegungen des Protoplasmas bei den Plasmodien der Myxomyceten, wie sie in ihren Hauptzügen soeben erörtert, geben uns ein klares Bild von den Bewegungen des Protoplasmas überhaupt. Einerseits zeigen sich dieselben Erscheinungen bei den Amöben, den parasitischen Monaden[4]), ferner den Rhizopoden[5]) und Radiolarien[6]); andrerseits zeigen sie sich in auffallender Aehnlichkeit auch bei dem Protoplasma, wie es sich eingeschlossen in feste Zellwände bei den meisten Pflanzenzellen findet. Allerdings treten hier je nach den Einzelfällen noch Besonderheiten hinzu, die eine große Mannigfaltigkeit in der Art und Weise der Bewegung bedingen; man hat auch früher vielfach mit besondern Namen die hauptsächlichen Erscheinungsformen belegt. Bei genauem Nachforschen hat man alle möglichen Uebergänge von der einen Form zur andern beobachtet; man hat häufig an ein und demselben Protoplasmakörper die verschiedenen Arten der Bewegung nach einander auftreten sehen.

Die größte Aehnlichkeit mit den Bewegungen der Myxomyceten zeigt die Protoplasmabewegung, die man als Circulationsströmung bezeichnet hat[7]) und die am meisten untersucht worden ist in den

---

1) Das Plasmodium. Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik Bd. III S. 400.

2) l. c. S. 45, 47.

3) l. c. S. 74.

4) Cienkowski, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. I 1865 S. 213; Häckel, Monographie der Moneren. Jena. Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. IV S. 107.

5) M. Schultze, Ueber den Organismus der Polythalamien 1854 S. 9, 17. Ders. Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Leipzig 1863. S. 13 a. a. O. Häckel, Ueber den Sarcodekörper der Rhizopoden. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. XV. 1865.

6) Häckel, Die Radiolarien. Eine Monographie. Berlin 1862 S. 86, 89 u. a. O.

7) Die Literatur darüber ist sehr zahlreich: Vgl. besonders M. Schultze, in Müller's Archiv 1858 S. 335–336. Ders. das Protoplasma etc. S. 40. Brücke, Die Elementarorganismen. Sitzungsber. der Wiener Akad. 1861. Bd. 44, Abt. 2 S. 403–404; de Bary, Ueber den Bau und das Wesen der Zelle. Flora 1862

Haarzellen von *Tradescantia*-Staubfäden, von *Urtica*, *Cucurbita* u. s. w.; sie ist sehr verbreitet[1]) und wahrscheinlich überall bei einem bestimmten Lebenszustand der pflanzlichen Gewebezellen vorhanden. Die Zellen, in welchen die Bewegung stattfindet, haben im Allgemeinen folgenden Bau. Der Zellwand liegt ein verschieden dicker protoplasmatischer Wandbeleg an, von dem aus durch das von wässeriger Zellflüssigkeit erfüllte Zellinnere netzförmig anastomosirende Plasmabänder oder Stränge gehen. Das Protoplasma zeigt dieselbe Struktur wie das der Plasmodien; eine äußerste der Zellwand anliegende Schicht ist von dichterer Consistenz und homogener Beschaffenheit; sie entspricht der Randschicht resp. Hautschicht bei den Plasmodien; ob sie auch überall da vorhanden ist, wo das Plasma mit der Zellflüssigkeit in Berührung tritt, ob jedes Plasmaband von einer häufig entschieden nicht sichtbaren zarten Hautschicht umhüllt ist, diese Frage ist noch nicht endgiltig gelöst. Die Hautschicht geht allmählich über in das von Körnern dicht durchsäte Körnerplasma. Wie bei den Plasmodien findet sich sowol im Wandbeleg wie in den frei ausgespannten Strängen und Bändern eine lebhafte Körnerströmung. Auch hier laufen die Körnerströme, ob einzeln in dünnen Strängen, ob zu vielen dicht neben einander, wechselnd nach der einen Richtung, zu anderer Zeit nach der entgegengesetzten. Wenn das Mikroskop auf die gerade in lebhafter Bewegung befindliche Fläche des Wandbelegs eingestellt wird, erhält man ein sehr anschauliches Bild von den nebeneinander nach den verschiedensten Richtungen laufenden Körnerströmen, die im Wandbeleg circuliren. Mit den Körnern werden auch andere im Plasma liegende Körper wie Stärkekörner u. s. w. mitgerissen. Außer dieser lebhaften Körnerströmung findet eine beständige Gestaltsveränderung des Plasmanetzes statt. Die der Zellwand anliegende dichtere Plasmaschicht scheint allerdings in einem Zustand relativer[2]) oder vollständiger[3]) Ruhe zu sein. Dagegen wechselt nach dem Zellinnern zu der Protoplasmakörper stetig seine Umrisse. Von dem Wandbeleg gehen neue Bänder und Stränge aus, die wie die Fortsätze an den Plasmodien, wie die Pseudopodien der Rhizopoden entstehen[4]); andere werden wieder eingezogen. Stränge,

S. 230; Hofmeister, Pflanzenzelle. S. 35—36 u. a. O. wo auch die ältere Literatur nachzusehen.

1) Vgl. Velten, Ueber die Verbreitung der Protoplasmabewegung im Pflanzenreich. Bot. Zeitg. 1873 S. 651.

2) Nach Hofmeister, Die Pflanzenzelle. S. 45.

3) Nach Velten, Bewegung und Bau des Protoplasmas. Flora 1873 S. 101; Hanstein, Das Protoplasma. Heidelberg 1880 S. 168, nimmt dagegen an, dass der ganze Wandbeleg samt Hautschicht an den Zellwänden herumgleite.

4) Nach Schultze, Das Protoplasma etc. S. 41—42, ferner nach Häckel, Die Radiolarien S. 98; Hofmeister, l. c. S. 45; Hanstein dagegen lässt die Bänder entstehen als seitliche Falten aus der Fläche des Wandbelegs l. c. S. 164; ebenso auch Velten l. c. S. 125.

die von der einen Seite des Wandbelegs zur andern reichen, ziehen sich in der Mitte aus einander; andere, die sich auf ihrem Wege treffen, verschmelzen.

Am ausgebildetsten und schönsten ist diese Art der Bewegung in den Haarzellen der Staubfäden von *Tradescantia*-arten sichtbar. In sehr vielen Fällen, wie z. B. in den Zellen der Brennhaare der Nessel, findet sich nicht ein so reich entwickeltes Netz von Plasmabändern, die vom Wandbeleg das Innere durchstrahlen, sondern die Plasmafortsätze ragen nur mehr leistenartig hervor. Noch weniger ausgegliedert ist der Bau des Plasmas in den spindelförmigen Pollenzellen von *Zostera*, in vielen Mycelfäden von Pilzen, in vielen Pollenschläuchen. Hier laufen auch statt sehr zahlreicher Körnerströme nur einige wenige, sich auch wenig verzweigende Hauptströme in dem Wandbeleg, die auch in ihm, mehr oder minder beständig in ihrer Richtung fast einen Kreislauf zeigen, wobei die Strombahnen meist dem Längendurchmesser der Zellen parallel sind[1]). Diese Formen der Bewegung bilden den Uebergang zu jener Art der Protoplasmaströmung, die man als Rotation bezeichnet hat; sie ist dadurch charakterisirt, dass das Plasma des Wandbelegs als breiter Strom in gleichbleibender, meist durch die Gestalt der Zellen bedingter Richtung einen steten Kreislauf den Wänden entlang macht.

Diese Bewegungsart ist zu allererst und verhältnissmäßig früh beobachtet worden und zwar 1774 von Buonaventura Corti an den Zellen der Characeen; die Sache blieb aber unbeachtet, bis Treviranus 1807 sie von Neuem entdeckte. Es zeigen diese Strömung die Zellen sehr vieler Wassergewächse, wie der Characeen, Hydrocharideen etc. Velten hält sie für eine sehr verbreitete Erscheinung, da er sie auch in zahlreichen Gewebezellen von Landpflanzen beobachtete.

Bei den langgestreckten einzelligen Wurzelhaaren von *Hydrocharis*[2]) ist die äußerste Schicht des Wandbelegs in Ruhe, die andere Masse samt den in ihr enthaltenen kleinen und größern Körnern befindet sich in kreisender Strömung, die auf der obern Zellseite von der Basis des Haars nach der Spitze läuft, dann sich umbiegt nach der untern Seite und hier gegen die Basis hin zurückläuft; der Kern wird ebenfalls mitgeführt. Ebenso verhält es sich mit den Wurzelhaaren von *Stratiotes* und vielen andern. Bei den langgestreckten chlorophyllhaltigen Zellen von *Vallisneria*[3]) kreist gleichfalls ein in

1) Vgl. Hofmeister l. c. S. 41.

2) Hofmeister l. c. S. 40. Ferner Heidenhain, Notizen über die Bewegungserscheinungen, welche das Protoplasma in Pflanzenzellen zeigt. Studien des physiol. Instituts zu Breslau, herausg. von Heidenhain. Heft II, 1863, an verschiedenen Orten.

3) Vergl. Jürgensen, Ueber die in den Zellen von *Vallisneria spiralis* stattfindenden Bewegungserscheinungen. Studien des physiol. Instituts zu Breslau. Heft I. 1861.

sich zurücklaufender Strom; sowol Kern wie Chlorophyllkörner werden mit dem Strom fortgeführt. In den meisten Zellen haben die Ströme die gleiche Richtung, aber es kommt auch häufig vor, dass die neben einander liegenden Zellen von entgegengesetzt gerichteten Strömen durchzogen werden. Das Bild eines so rotirenden Protoplasmas in der *Vallisneria*-zelle ist ein stets wechselndes; jeden Augenblick ändert sich die Geschwindigkeit der bewegten Masse; hier und dort treten Stockungen und Stauungen auf. Die im Plasma enthaltenen Körper wie die Chlorophyllkörner etc. hören plötzlich auf fortzuströmen, sie ballen sich zu einem Haufen zusammen, der lebhaft um seine eigene Axe rotirt, bis er nach einer Weile sich in den großen Strom auflöst. Sehr bemerkenswert ist es wie die Rotation fortwährend in eine Art von Circulation übergeht, indem Plasmabänder von dem Wandbeleg in das Zellinnere ausstrahlen und in ihnen besondere Körnerströme dahinfließen[1]).

An den Zellen der Characeen[2]) ist die Art der Bewegung wesentlich dieselbe wie bei *Vallisneria*, nur dass bei den ersteren eine relativ dicke der Zellwand zunächst liegende Plasmaschicht sich in Ruhe befindet; in ihr liegen auch die Chlorophyllkörner, die zu keiner Zeit die Bewegung mitmachen. Die übrige Masse des plasmatischen Wandbelegs bewegt sich in einer rotirenden Strömung, deren Richtung immer eine ganz bestimmte ist; in cylindrischen Zellen ist sie parallel der Längsaxe; in kugligen Zellen ist dafür die Längsaxe des Blattes resp. Sprosses maßgebend. Nach Nägeli[3]) bildet aber nur in jungen Zellen der Plasmabeleg ein ununterbrochenes Band, das mit gleicher Geschwindigkeit fortströmt. Später dagegen wird er unterbrochen, er zerfällt in einzelne Massen, die mit verschiedener Geschwindigkeit sich fortbewegen. Aus dem Plasma scheiden sich dann kuglige bewegungslose Körper aus, die je nach ihrer Größe mit verschiedener Geschwindigkeit fortgeführt werden, schließlich in die Zellflüssigkeit sinken, wo sie noch weiter sich bewegen aber um so langsamer, je mehr sie sich der in der Axe der Zelle liegenden bewegungslosen Flüssigkeitsschicht, „der Indifferenzschicht", nähern.

Von den bisher beschriebenen Bewegungserscheinungen auf den ersten Blick verschieden sind die spontanen Ortsbewegungen freischwimmender Protoplasmakörper[4]) vermittels besonderer Organe, die in der Form von zarten Plasmafäden, den Cilien, auftreten. Im Pflan-

1) Von Heidenhain, Studien S. 64 auch bei *Hydrocharis* beobachtet.

2) Am genauesten untersucht von Nägeli, Beiträge zur wissenschaftl. Botanik. 1860, Heft II. S. 60—87; vergl. ferner Göppert u. Cohn, Ueber die Rotation des Zellinhalts in *Nitella flexilis*, Botan. Zeitg. 1849.

3) l. c. S. 61, 63.

4) Vergl. Nägeli, Beitr. zur wiss. Botanik. Heft II 1860 S. 88—107; Hofmeister, Pflanzenzelle S. 28—33.

zenreich zeigen diese Bewegung besonders die Schwärmsporen der Algen und Pilze, ferner die Spermatozoiden der Moose und Farne. Meist erscheinen diese beweglichen Zellen unter der Form membranloser Protoplasmakörper; bei den Schwärmsporen rundlich bis oval, bei den Spermatozoiden schmal länglich, schraubenförmig gedreht. Bei der Algenfamilie der Volvocineen gibt es sowol einzelne Zellen wie Zellenkolonien, die sich bewegen und dabei von zarter Zellstoffhülle umkleidet sind, aus der durch bestimmte Poren die Cilien hervortreten. Die Cilien befinden sich stets an dem bei der Bewegung vordern Ende des Plasmakörpers, sie sind je nach den Einzelfällen in sehr verschiedener aber meist bestimmter Zahl und Anordnung vorhanden. Bei sehr vielen Schwärmsporen finden sich zwei, bei andern vier Cilien; in andern Fällen wie bei *Euglena* und den Schwärmern der Myxomyceten nur eine; bei den großen Schwärmsporen der *Vaucheria*-arten ist die ganze Oberfläche mit vielen kleinen Cilien dicht bedeckt.

Die Bewegung besteht in einem Vorwärtsgehen, verbunden mit gleichzeitiger Drehung. In dem einfachsten Falle drehen sich die Schwärmsporen um ihre eigene Axe, so die von *Vaucheria*; andere drehen sich um die Bahn, in der sie sich vorwärts bewegen als ideale Axe, wobei ihre Körperaxe mit letzterer parallel ist; so die Spermatozoiden der Moose und Farne. Der dritte vorkommende Fall ist der, dass sie sich zwar ebenfalls um die Bahn ihrer Vorwärtsbewegung drehen, aber mit dem vordern Ende der Körperaxe von der idealen weiter entfernt als mit dem hintern Ende, so die Schwärmsporen von *Oedogonium*. Die Richtung der Drehung ist für viele Schwärmer beständig; so drehen sich die von *Vaucheria* konstant links (im Sinne der Mechanik), die Spermatozoiden der Farne dagegen konstant rechts. In andern Fällen ist dagegen die Drehungsrichtung eine unaufhörlich wechselnde, so bei den Volvocineen.

Die Vorwärtsbewegung selbst kann bald in einer geraden bald in einer regelmäßig gebogenen oder in ganz unregelmäßiger Linie erfolgen. Stoßen die Schwärmsporen auf einen Gegenstand, so können sie nach andern Richtungen abgelenkt werden oder sie kehren unmittelbar zurückprallend um; häufig weichen sie zurück, indem sie mit ihrem hintern Ende vorangehen und sich in absteigend entgegengesetzter Richtung drehen. Diese Rückwärtsbewegung dauert jedoch nur kurze Zeit und erfolgt sehr langsam, sie geht bald in die normale Vorwärtsbewegung über. Die Geschwindigkeit der Bewegung ist je nach den Einzelfällen eine ziemlich verschiedene. Nach Nägeli's Messungen durchlaufen z. B. die Schwärmsporen von *Tetraspora lubrica* bei 14° C. den Raum von 0,2 Mm. in 1,2—2,4 Sekunden; nach Hofmeister bewegen sich die der Gerberlohe in der Sekunde 0,7—0,9 Mm.

Bei der Bewegung der meisten Schwärmsporen bleibt außer dem Hin- und Herpeitschen ihrer Cilien der Körper selbst unverändert in

seiner Form; bei einigen treten nebenbei Gestaltsveränderungen ein, Verkürzungen auf der einen Seite, Verlängerungen auf der andern Seite des Körpers oder Veränderungen der einzelnen Körperdimensionen zu einander. Sehr auffallend zeigen sich diese Bewegungen der Körpersubstanz unabhängig von der Vorwärtsbewegung bei den Schwärmsporen der Myxomyceten. „Gleichzeitig mit den Drehungen und Ortsveränderungen ändert der Körper fortwährend seinen Umriss, krümmt sich wurmförmig, abwechselnd nach verschiedenen Seiten, zieht sich zu rundlicher Form zusammen und streckt sich wieder"; so beschreibt de Bary[1]) den Sachverhalt. Außerdem werden sowol zu Anfang wie zu Ende der Schwärmzeit wie auch momentan während derselben von dem Plasma kleine Fortsätze ausgetrieben und wieder eingezogen; häufig hört dann die Cilienbewegung auf, die amöboide tritt ein, bis wieder diese sich in die erstere umsetzt. Dieser Wechsel der Erscheinungsformen, dieser allmähliche Uebergang der Cilienbewegung in die amöboide, wie sie am ausgebildetsten bei den Plasmodien sich zeigt, setzt den Zusammenhang der erstern mit den andern Plasmabewegungen hell ins Licht.

An die Bewegungen solcher freischwimmender Protoplasmakörper schließen sich am besten an die Bewegungen freischwimmender ein- oder mehrzelliger Pflanzen. Am bekanntesten sind die Bewegungen der kieselschaligen einzelligen Algen, der Diatomeen. Bei ihnen besteht die Zellmembran aus zwei symmetrischen Hälften, die in einander geschachtelt sind; an jeder Schalenhälfte tritt bei sehr vielen Formen der Diatomeen eine besondere Mittellinie auf, die sog. Naht oder Raphe. Die Bewegung geschieht in der Weise, dass die Algen langsam hin und hergehen ohne eine regelmäßige Drehung um ihre Axe. Nach Borscow[2]) geht die Bewegung, sei es vorwärts oder rückwärts nicht ununterbrochen, sondern stoßweise vor sich. Die nächste Ursache der Bewegung ist trotz sehr zahlreicher Untersuchungen durchaus nicht klar erkannt. Zwei Hauptansichten stehen sich gegenüber. Nach der einen, die von M. Schultze[3]) zuerst ausgesprochen wurde, von Pfitzer[4]) und Engelmann[5]) verteidigt wird, ist die Ursache der Bewegung in Fortsätzen des innern Protoplasmaleibes der Zelle zu suchen; diese Plasmafortsätze sollen an der Naht nach Außen treten. Nachweisen hat man sie aber bisher nicht können.

---

1) Die Mycetozoen S. 84.

2) Borscow, Die Süßwasserbacillarien des südwestlichen Russlands. 1873 S. 35.

3) M. Schultze, Die Bewegungen der Diatomaceen. Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. I, 1865 S. 385.

4) Pfitzer, Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Bacillariaceen. 1872 S. 177.

5) Engelmann, Ueber die Bewegungen der Oscillarien und Diatomeen. Botan. Zeitg. 1879 S. 50.

Die Forscher stützen sich auf die Analogie mit andern pflanzlichen Protoplasmabewegungen, ferner auf die Beobachtungen, dass die Bewegung der Algen nur dadurch zu Stande kommt, dass die Alge mit ihrer Naht einen festen Gegenstand berührt; ferner bleiben, wie Siebold zuerst zeigte, fremde Körper leicht an der Oberfläche kleben, wenn sie die Naht berühren und werden längs dieser hin und her bewegt. Nach der zweiten Hypothese, die besonders von Nägeli[1]), Dippel[2]), Borscow[3]) vertreten wird, beruht die Bewegung der Diatomeen auf der Wirkung osmotischer Processe; sie stützen sich wesentlich darauf, dass Plasmafortsätze bisher nicht nachgewiesen werden konnten Neuerdings hat Mereschkowsky[4]) mehr positive Beweise für diese Anschauung beizubringen versucht. Er führt Beobachtungen an über das Verhalten vibrirender Bakterien bei der Bewegung der Algen. Die Micrococcen, welche um Diatomeen sich befanden, waren im Gegensatz zu den um tote Zellen oder Sandkörner in sehr lebhafter Vibration begriffen, was nach Mereschkowsky nur auf der Existenz intensiver osmotischer Processe beruhen kann. Ruhte die Diatomee, so verteilten sich alle heftig vibrirenden Micrococcen vollkommen symmetrisch, so dass auch ihre Vibrationen rings herum in gleicher Entfernung von der Oberfläche aufhörten. Bei der Vorwärts- wie Rückwärtsbewegung fand dagegen die heftigste Vibration an dem bei der Bewegung jedesmaligen Hinterende statt, allmählich sich abschwächend zum Vorderende hin. Auch seitliche Drehungen der Algen wurden beobachtet; in den Fällen trat die stärkste Vibration an derjenigen Seite auf, von welcher die Drehung ausgeht. Aus diesen Beobachtungen schließt Mereschkowsky, dass bei den ruhenden Zellen die exo- und endosmotischen Kräfte mit gleicher Intensität und gleichzeitig an der ganzen Oberfläche verteilt sind, bei den Bewegungen im Gegenteil ausschließlich an einem Ende der Zelle sich concentriren.

Der endgiltige Entscheid über die Bewegung der Diatomeen ist mit dieser Arbeit wol noch nicht gegeben, die Streitfrage noch weiteren Untersuchungen sehr anzuempfehlen.

Auch von mehrzelligen Algen, den blaugrünen Fadenalgen, die als Oscillarien bezeichnet werden, kennt man merkwürdige Bewegungen. Die aus vielen kleinen Zellen gebildeten unverzweigten Fäden sind an ihren Enden etwas schraubig gedreht. Nach Nägeli's Untersuchungen[5]) geschieht die Bewegung, indem die Fäden sich drehen

1) Nägeli, Gattungen einzelliger Algen. Zürich 1849 S. 20.

2) Dippel, Beiträge zur Kenntniss der in den Soolwässern von Kreuznach lebenden Diatomeen. 1870 S. 32.

3) l. c. S. 34.

4) Mereschkowsky, Beobachtungen über die Bewegung der Diatomaceen und ihre Ursache. Bot. Zeitg. 1880 Nr. 31.

5) Nägeli, Beiträge zur wiss. Bot. Heft II S. 89.

und dabei vor- und rückwärts gehen, während dessen ihre Form unverändert bleibt. Stoßen aber die Fäden an Gegenstände, so krümmen und beugen sie sich in sehr wechselnder Weise, die Bewegung wird eine ruckweise, ungleichmäßige. Nach Hofmeister[1]) beruht die Bewegung auf periodischen Spannungsänderungen der Zellmembran. M. Schultze dagegen nimmt für die Oscillarien die gleiche Bewegungsursache an wie für die Diatomeen d. h. eine äußere Schicht contractilen Protoplasmas. Cohn[2]) beobachtete, dass die Oscillarien wie die Diatomeen sich nur bewegen, wenn sie eine feste Unterlage berühren. Engelmann[3]) will auch tatsächlich diese Protoplasmaschicht bei den Oscillarien nachgewiesen haben; bei Anwendung von starken Säuren sowie bei starken Induktionsschlägen sah er rings um jeden Faden eine sehr zarte doppelt konturirte Hülle, die er nach den Reaktionen für Protoplasma hält. Schon Mereschkowsky macht auf die Unsicherheit dieser Deutung aufmerksam. In jüngster Zeit hat Francis Darwin[4]) die Ansicht ausgesprochen, ohne sie weiter zu begründen, dass die Bewegungen der Oscillarien wahrscheinlich Erscheinungen des Wachstums sind, die hier wie bei so vielen ein- wie mehrzelligen Pflanzenorganen von eigentümlichen Krümmungen begleitet sind, die man unter dem Begriff der Circumnutation zusammenfasst.

In eine systematische Reihe mit den Oscillarien stellt man neuerdings die mannigfaltigen Formen der Bakterien, die bekanntlich sehr lebhafte Bewegungen zeigen. Nach Nägeli[5]) ist die Bewegung der schraubig gedrehten Formen, wie der Vibrionen und Spirillen dieselbe wie bei den Oscillarien. An einigen größern Arten der Gattung *Spirillum* hat aber Cohn[6]) deutlich Cilien beobachtet und zwar je eine an jedem Ende des schraubig gedrehten kurzen Fadens. Es ist möglich, dass die meisten Bakterien solche Bewegungsorgane besitzen, die bisher nur wegen der Kleinheit dieser Organismen nicht gesehen worden sind. Noch von andern Algen, den einzelligen Desmidiaceen, sind Bewegungen bekannt; soweit aber die jetzigen Untersuchungen reichen, stehen sie so wesentlich unter dem Einfluss des Lichts, dass erst später darüber zu sprechen sein wird.

---

1) Hofmeister, Pflanzenzelle S. 321.

2) Cohn, Beiträge zur Physiologie der Phycochromaceen und Florideen. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. III 1867 S. 48.

3) Engelmann, Bot. Zeitg. 1879 S. 54—55.

4) Fr. Darwin, Ueber Circumnutation bei einem einzelligen Organ. Botan. Zeitg. 1881. S. 473.

5) l. c. S. 94—95.

6) F. Cohn, Untersuchungen über Bakterien II. Beiträge zur Biol. d. Pflanzen Bd. I. 3. S. 171.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber eine eigentümliche Art der Kernmetamorphose.

Von E. Selenka.

Die Reifung des Eies von *Thysanozoon Diesingii*, einer Planarie des Mittelmeers, schließt mit einer merkwürdigen Metamorphose des Keimbläschens ab.

Soweit bis jetzt bekannt, erleidet das tierische Ei, bevor die Befruchtung vor sich geht, eine (zweimalige) Teilung, deren Resultat die Abstoßung der sog. Richtungskörper ist. Die Veränderungen, welche das Keimbläschen bei diesem Akte erfährt, sind die gleichen wie bei der gewöhnlichen Kernteilung.

Die Eier von *Thysanozoon* bieten nun die auffallende Erscheinung dar, dass der Ausstoßung der Richtungskörper noch ein anderer Prozess der Kernmetamorphose vorangeht, welcher mit einer beginnenden Kern- und Zellteilung zwar die größte Aehnlichkeit hat, aber niemals zur vollständigen Teilung des Keimbläschens führt. Dieser Prozess läuft im Wesentlichen auf das Folgende hinaus.

Nachdem das Ei seine definitive Größe erreicht hat, beginnt das Keimbläschen sich in typischer Weise zur Teilung anzuschicken: die chromatischen Kernfäden (ich gebrauche hier und in der Folge die Bezeichnungen, welche Flemming eingeführt hat) ordnen sich zur Knäuelform, die achromatische Fadenspindel mit ihren Polarkörpern, die zwei Radiensysteme der Eikörperstrahlung treten auf u. s. w. Sobald aber die Fadenschleifen des Kerns die „Sternform“ oder die Form der sog. Aequatorialplatte erlangt haben, sistirt die begonnene Kernteilung, und indem die vorher weit auseinander gerückten Polarkörper sich langsam wieder nähern, verschmelzen auch die Fadenschleifen wieder zur „Knäuelform“, die Dotterstrahlung verschwindet nahezu gänzlich und der Kern kehrt zur Ruheform zurück. Der letztere unterscheidet sich von dem früheren Keimbläschen durch die centrale Lage im Ei und den Mangel eines großen Keimflecks.

Der ganze Prozess kann also mit einer auf halbem Wege stehen gebliebenen und wieder rückschreitenden indirekten Kern- und Zellteilung verglichen werden.

Ein Resultat dieses Vorgangs ist leicht zu erkennen: nämlich die Umgruppirung der Dotterkörnchen. Während diese Dotterkörnchen anfänglich gleichmäßig im Dotter zerstreut lagen, werden sie durch die erwähnten Vorgänge um die Centren der beiden Astera geschaart und durch Annäherung der letzteren endlich in die Mitte des Eies geschafft.

Es ist unmöglich oder doch außerordentlich schwierig, alle diese Veränderungen, welche noch unter die Kategorie des Reifungsprozesses des Eies gerechnet werden müssen, an ein und demselben Ei nach einander zu verfolgen, da sie sich wahrscheinlich über etliche

Tage, vielleicht Wochen erstrecken. Nur einzelne Vorgänge, wie eine geringe Annäherung der beiden Astera im Laufe eines halben Tages, ließen sich in der feuchten Kammer wahrnehmen; aber trotzdem ist es nicht schwer, aus den verschiedensten Reifungsphasen den Entwicklungsgang dieser Zustände zu eruiren, indem die mehr oder weniger weit vorgeschrittene Ansammlung der Dotterkörnchen gegen die Polarkörper hin ein günstiges Moment abgibt, um das relative Alter der einzelnen Stadien festzustellen.

Eier in verschiedenen Entwicklungsstadien erhält man in reichlicher Zahl, wenn man ein Stück der Leibeswand von einem geschlechtsreifen Tiere an der Bauchseite durch einen raschen Scheerenschnitt abtrennt und in Speichel, Eiweiß, oder auch in Seewasser behutsam zerteilt; die Eier fallen dann in reichlicher Menge heraus.

Folgende Entwickelungsstadien traf ich regelmäßig in jedem Individuum an:

1. Die jüngsten Eier liegen gruppenweise von gemeinsamer Hülle umschlossen. Unter diesen bemerkt man a) ganz kleine Eier mit großem Keimbläschen, wandständigem Keimfleck und einer dünnen Schicht pelluciden Dotters. b) Etwas größere Eier zeigen Einlagerungen von stark lichtbrechenden Körnchen im Dotter, deren Anzahl mit zunehmender Größe stetig wächst. c) Sobald ein Ei seine definitive Größe erlangt hat (und in jedem Zellenhaufen zeichnet sich immer ein Ei vor den andern durch bedeutendere Größe aus), löst es sich von den Genossen.

2. Diese isolirten Eier sind von ellipsoidischer Gestalt. Der Dotter ist gleichmäßig von Körnchen durchsetzt, das große Keimbläschen mit Keimfleck liegt etwas excentrisch. Diese membranlosen Eier gehören zu den Seltenheiten, woraus sich wol schließen lässt, dass diese Phase von kurzer Dauer ist.

3. Aeußerst selten bekam ich Eier mit eben beginnender Kernteilung zu Gesicht. Man findet dieses Stadium gelegentlich, wenn man solche Eier, in welchen die Dotterkörner noch gleichmäßig zerstreut liegen, fixirt und nun langsam Essigkarmin zufließen lässt, um die Struktur erkennen zu können. Es zeigten sich dann mehrere Male die Erscheinungen, welche die beginnende Zellteilung charakterisiren: zwei Polarkörper mit Radiensystemen, Knäuelform der chromatischen Substanz. Die große Seltenheit dieses Vorkommens lässt auf geringe Dauer schließen.

4. Häufiger sind Eier mit deutlicher bis an die Peripherie reichender Dotterstrahlung, in denen die Dotterkörnchen aber noch nicht gegen die Polarkörper zu rücken beginnen. Die Kernspindel ist lang und schmal und zeigt nach Zusatz von Essigkarmin eine geringe Anzahl aus Körnchenreihen bestehender kurzer und regellos gelagerter Fadenschleifen; die Polarkörper sind um $^1/_4$ oder höchstens $^1/_3$ des größten Eidurchmessers aus einander gerückt. Die Längsaxe der Spindel

fiel meist zusammen mit der Hauptaxe des Eiellipsoids; wo das nicht der Fall war, mochte wol das normale Verhältniss durch Quetschungen und Zerrungen gestört sein.

5. Neun Zehntel oder mehr noch aller Eier pflegten die folgende Struktur aufzuweisen, die zum Teil schon an frischen Eiern, — auch an Eiern der unter dem Kompressorium ausgebreiteten lebenden Tiere — zum Teil an Essigkarmin- oder Osmium-Glycerin-Präparaten erkannt werden kann. Die Polarkörper stehen um $^1/_3$ bis $^2/_5$ des größten Eidurchmessers von einander entfernt; die Fadenschleifen des Kerns haben sich zu zwei Tochtergruppen angeordnet, die aber räumlich niemals streng und deutlich geschieden sind. Obwol ich nicht in Besitz von genügend auflösenden Immersionssystemen bin, so vermochte ich doch hunderte von Malen zu erkennen, wie die Fadenschleifen sich zur „Sternform der Tochterkerne“ gruppirt hatten; niemals aber konnte ich eine evidente Scheidung der zwei Tochterhälften antreffen. Und wenn auch die Schenkel der Fadenschleifen in den Tochterfiguren zu ihrem betreffenden Polarkörper radiär gestellt waren, so schienen doch die Schenkelenden hüben und drüben entweder in Berührung oder einander sehr genähert. — Nach Zusatz von Essigsäure erkennt man ein sehr dichtes und feines System von Strahlen um jeden Polarkörper, deren Ausläufer bis an die Peripherie des Eies reichen, ohne jedoch den äußern Eikontur sichtlich zu ändern. Die Dotterkörner sind zum Teil schon von der Peripherie gegen die Polarkörper hingedrängt. — Ich glaube, dass diese Entwicklungsphase hier die äußerste Grenze der Kernmetamorphose bezeichnet, und dass dieselbe von nun an wieder zurückgeht. Denn unter tausenden von Eiern fand ich nicht ein einziges, welches eine räumliche Scheidung der chromatischen Figur in ihre zwei Tochterhälften aufwies, oder auch sonst irgend einen Anhaltspunkt dargeboten hätte für die Annahme, dass die Kernteilung in typischer Weise fortschreite. — Die Häufigkeit dieses Entwicklungsstadiums lässt auf eine längere Dauer desselben schließen.

6. Ziemlich häufig sind Eier, bei denen die Dotterkörner sich in Form von zwei dickstrahligen Sternen um die Polarkörper gruppirt haben. Die Polarkörper haben sich einander wieder genähert, die Fadenschleifen der Tochterfiguren sind mit ihren Schenkelenden hüben und drüben zu elliptischen Ringen verschmolzen, die Dotterstrahlung besteht fort.

7. Seltener noch trifft man Eier, welche der Reife ganz nahe sind; in ihnen erscheinen dann die Radiencentren dem rundlichen Kerne aufsitzend, während die Dotterkörnchen zu einem centralen Ellipsoid zusammengeschaart liegen. Der periphere Teil des Dotters ist hell und durchsichtig, zeigt aber noch die Dotterstrahlung.

8. Als reife Eier können endlich solche bezeichnet werden, bei denen die Dotterkörnchen zu einer rundlichen centralen Kugel ver-

einigt sind, in deren Mitte der Kern, welcher Ruheform angenommen hat, lagert. — Wie ich in Nr. 8 dieses Centralblatts beschrieben habe, werden die Eier später bei der Ablage noch von einer Schale umgeben, welche als Cuticularbildung der Zellen des Muttertiers zu betrachten ist. Bald nach der Eiablage geschieht unter den bekannten Erscheinungen dann die Ausstoßung der beiden Richtungskörper und danach die Befruchtung.

Es fragt sich nun, wie der beschriebene Vorgang zu deuten sei? Um eine pathologische Erscheinung kann es sich hier nicht handeln; denn alle frisch eingefangenen Tiere — und ich habe deren an fünfzig untersucht — zeigten genau dasselbe Verhalten. Auch entwickelten sich die Eier anderer in Gefangenschaft gehaltener Exemplare ganz normal zu Schwärmlarven. Mit der Ausstoßung der Richtungskörper kann dieser Prozess ebensowenig identifizirt werden, indem dieser Akt sich erst nach erfolgter Eiablage vollzieht; und dasselbe gilt von der Befruchtung.

Ich habe zur Zeit keine Gelegenheit gefunden, andere Planarien auf dieses Verhältniss zu untersuchen; doch möchte ich vermuten, dass die Eier der Gattung *Leptoplana* z. B. sich anders verhalten, indem bei ihnen eine Scheidung von körnchenreichem und körnchenarmem Dotter am unbefruchteten Ei nicht vorkommt. Dieser Umstand wirft, wie mir scheint, einiges Licht auf die Eimetamorphose, wie sie bis jetzt wol bei *Thysanozoon* einzig dastehen dürfte.

Das frisch gelegte Ei von *Thysanozoon* unterscheidet sich von dem Ei im Muttertiere, welches die erwähnte Metamorphose noch nicht erlitten hat, 1) durch die Reduktion des Keimbläschens mit Keimfleck auf die Form eines gewöhnlichen Zellkerns ohne einen großen Keimfleck; 2) durch die Ansammlung der ursprünglich zerstreuten Dotterkörner im Centrum. Der erstere Unterschied scheint kein bedeutungsvoller zu sein, indem das weitere Schicksal des Kerns im Ei von *Thysanozoon* sich in nichts Wesentlichem unterscheidet von den Vorgängen, wie sie bei andern Tieren beobachtet sind, wie Austoßung der Richtungskörper u. s. w. Vielmehr dürfte die Anhäufung der Dotterkörner im Centrum des Eies hier als wesentliches Resultat der in Frage stehenden Veränderungen bezeichnet werden. Warum aber diese Vorgänge sich überhaupt im unbefruchteten Ei abspielen, das ist um so schwieriger zu erraten, als eine ähnliche Scheidung von körnchenfreiem und körnchenreichem Dotter sich auch bei (den meisten) andern Seeplanarien vollzieht, aber erst nach der Befruchtung! Denn was bei den Eiern von *Thysanozoon* durch einen neuen, gleichsam eingeschalteten Prozess geleistet wird, geschieht bei den Eiern verwandter Formen (und auch bei den andern metabolisch sich abfurchenden Eiern der Würmer, Mollusken) während der Furchung sozusagen wie von selbst. Und trotz dieses Unterschieds geht die Anlage der Keimblätter in

beiden Gruppen in ganz gleicher Weise von statten; wenigstens vermochte ich keine wesentliche Verschiedenheit aufzufinden.

Angenommen nun, der beschriebene Vorgang während der Reifung des Eis von *Thysanozoon* sei ein caenogenetischer, so fragt sich weiter, wie derselbe veranlasst worden sei? Ob er vom Kerne ausgegangen sei oder vom Dotter? Letztere Ansicht scheint weniger befremdlich. Denn auch der Akt der Ausstoßung der Richtungskörper kann (z. B. bei Asteriden) lediglich durch Ueberführen des reifen Eies in Seewasser veranlasst und also durch den Dotter vermittelt werden; und auch die nächsten Veränderungen, welche den „Eikern" nach Eindringen des Spermatozoons betreffen (Auftreten eines Monaster am Eikern) werden durch Vermittlung des Dotters hervorgerufen. Aehnlich mag wol das Ei des *Thysanozoon*, nachdem es sich von den Genossen gelöst und aus der gemeinsamen Kapsel herausgetreten ist, durch Einwirkung der umspülenden Flüssigkeit zu Bewegungen im Dotterplasma veranlasst werden, die ihrerseits auch auf den Kern einwirken und denselben zu denjenigen Umbildungen bewegen, welche für ihn eben charakteristisch sind, nämlich die Metamorphose mittels Bildung von Schleifen u. s. w. Vielleicht involvirt die Annahme, dass die Kernmetamorphose von außen her angeregt wird, zugleich eine plausible Erklärung für die Tatsache, dass der Kern sich nur zur Teilung anschickt, ohne dieselbe zu vollenden; doch stehen diese Schlussfolgerungen auf schwachen Füßen.

Ich will noch erwähnen, dass unter den zahllosen frischen Eiern, welche zur Untersuchung gelangten, drei Eier aufgefunden wurden, in welchen neben den typischen Radiensystemen noch ein, in einem Falle sogar zwei überzählige Radiensysteme, ebenfalls mit entsprechender sternförmiger Anordnung der Dotterkörnchen, vorhanden waren. Zusatz von Essigkarmin ließ an diesen Eiern die chromatische Kernfigur mit den zugehörigen Radiensystemen aufs Schönste erkennen, während die übrigen Radiensysteme isolirt und ohne Beziehung zu einander erschienen. Dass es sich hier um ein Kunstprodukt handelt, kann ich nicht glauben; doch mag die Erscheinung wol eine pathologische sein.

Betreffs der Dotterstrahlung verdient noch bemerkt zu werden, dass dieselbe zuweilen in Form von gekrümmten Radien auftrat. Diese Erscheinung findet eine naturgemäße Erklärung in der Ortsveränderung der Centren der Radiensysteme zur Zeit der Kernmetamorphose; denn während die diesen Centren zunächst gelegenen Teile der Radien dem weiterrückenden Centrum leicht folgen können, vermögen die peripherisch gelegenen Teile der Radien wegen des Widerstandes, den hier die Dotterkörner bieten, nicht ebenso rasch ihre Richtung zu ändern, und die Radien erscheinen daher oft zeitweilig gekrümmt. Auf die von Flemming (Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen, III. Theil, in Archiv f. mikr.

Anat. XX.) kürzlich abgebildeten Kurvensysteme im Protoplasma der sich teilenden Zelle ist aber diese Erklärung nicht anwendbar, indem dieselben gerade in umgekehrtem Sinne gekrümmt sind, als man nach dem Fortschreiten der Radiencentren erwarten sollte. — Ferner möchte ich hervorheben, dass der vorliegende Fall lehrt, dass faktisch radiäre Strömungen im Dotter existiren müssen; denn wie wollte man sich anders erklären, dass die zwischen den hellen Radien liegenden Dotterkörner von der Peripherie gegen die Radiencentren geschafft werden? An eine stetige Auflösung der peripherisch gelagerten Körner und wieder Neubildung derselben in der Nähe der Radiencentren ist doch wol nicht zu denken, zumal Verschiebung der Dotterkörnchen während der Existenz der Radiensysteme längst nachgewiesen ist und sich eigentlich auch von selbst versteht. Man ist daher wol zur Annahme gezwungen, dass die nicht mit Bewegung begabten Dotterkörner durch Protoplasmaströmungen, welche von Außen nach Innen fortschreiten, transportirt werden, und es liegt dann nahe zu vermuten, dass in den hellen körnchenfreien Radien entgegengesetzte, also centrifugale Strömungen existiren.

Noch eine andere Vermutung drängt sich hier auf. Wie ich in einer frühern Mitteilung nachgewiesen habe, lässt sich im Ei von *Thysanozoon* schon die Haupt- oder Längsaxe des spätern Embryos von dem Augenblicke an festlegen, wo die Richtungsspindel erscheint, indem die Längsaxe der letztern mit der erstern zusammenfällt. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch die Längsaxe derjenigen Kernspindel, welche während der erwähnten Strukturveränderung des Dotters auftritt, mit der der Richtungsspindel zusammenfiele, sodass also schließlich die Hauptaxe des Embryos schon sehr frühe im reifenden Ei bestimmt wäre.

Schließlich sei erwähnt, dass das betreffende Beobachtungsmaterial während eines Aufenthalts in Venedig im Monat Oktober gewonnen wurde. Mit Hilfe eines intelligenten und zuverlässigen Jägers und Fischers, Giovanni Minotto mit Namen, (wohnhaft Venezia, Fondamenta Pagan, Sestiere di Santa croce, Tre ponti, 284), welcher jetzt mit Draga, Kübeln und Gläsern einigermaßen ausgerüstet ist, habe ich einen Teil der Kanäle und Umgebungen Venedigs durchsucht, und unter vielen andern Tierformen auch *Thysanozoon Diesingii* in großer Anzahl aufgefunden, besonders häufig beim Arsenal und unter der Seufzerbrücke.

U. A. Pierret et J. Renaut. Mémoires sur les sacs lymphatiques périlobulaires, semicloissonés et communicants du poumon du boeuf.

Archives de Physiol. norm. et pathol. 1881. N. 5. Sept. Oct. 1881.

Die Fähigkeit der Respirationsfläche der Lunge, feine Staub- und Farbstoffpartikelchen ins Gewebe und dessen Lymphbahnen aufzunehmen, ist bekannt. Ebenso ist erwiesen, dass verhältnissmäßig große Quantitäten von Flüssigkeiten, sogar Blut, welche man in die Trachea eingespritzt hat, exakt und schnell aufgesogen und so aus dem Respirationsraume wieder entfernt werden.

Diese Tatsachen lassen auf ein sehr entwickeltes und für die Aufsaugung geeignetes Lymphgefäßsystem schließen. Um dasselbe kennen zu lernen, sind bei Tieren Staub- und Farbstoffpartikelchen in die Lungen gebracht und später im Lungengewebe wieder aufgesucht worden; dasselbe ergeben die Versuche mit gefärbten Flüssigkeiten. Andere Forscher haben durch Injectionen oder durch Tinctionen mit Arg. nitr. die Lymphbahnen der Untersuchung zugänglich gemacht. Gestützt und kontrolirt wurden dieselben durch Objekte, an denen pathologische Prozesse die Lymphbahnen besonders deutlich zeigten. Die aus diesen Forschungen gewonnenen Resultate sind kurz folgende:

Die ganze Lungenoberfläche wird überzogen von einem Netzwerk von Lymphgefäßen, die in der Pleura liegen (Wydwozoff, Klein u. A.). Dieselben stehen in Verbindung durch Stomata mit dem Cavum pleurae (Klein). Ein Teil der Lymphe fließt durch Stämme ab, welche dem Lig. pulmonale folgend zum Lungenhilus gelangen. Die Hauptverbindung der pleuralen Lymphgefäße geschieht durch diejenigen, welche in den Septen zwischen den Lungenläppchen gelegen sind und dem interlobulären Bindegewebe folgen. So werden die Lungenläppchen von einem vollkommenen Netze, den interlobulären Lymphgefäßen umflochten. Durch ihre Lage im Bindegewebe, das auch Träger der Blutgefäße und trachealen Verzweigungen ist, treten sie in Beziehung zu diesen. Die Blutgefäße werden teils von größern Stämmen begleitet, teils liegen die Lymphgefäße in ihrer Wand selbst. So liegen sie auch den Aesten der Bronchien an und stehen durch Zweige mit den Gefäßlymphstämmen in Verbindung. Sie dringen bis in die Bronchialschleimhaut, nach Klein sogar offen durch Stomata mit dem Respirationsraume communicirend. Die Fläche, auf der Stoffe in der Lunge aufgenommen werden können, beschränkt sich hiernach nicht auf die Alveolen allein, wie ja auch der Gasaustausch durch die Auffindung der Bronchioli respiratorii (Kölliker) über sie hinaus stattfinden kann. Die Lymphgefäße sind auf ihrem Wege zum Hilus, wo sie zahlreiche große Lymphdrüsen passiren, häufig unterbrochen durch lymphatisches Gewebe, dessen konstantes und typisches Vorkommen J. Arnold nachgewiesen hat.

Der Anfang dieser Lymphgefäße wird von den Forschern verschieden geschildert. Wydwozoff hat durch Injection ein in der Alveolenwand mit Ausbuchtungen versehenes Netz feiner Kanäle dargestellt, das vom Respirationsraume vollkommen durch das Epithel getrennt ist. Andere Forscher nehmen in der Alveolenwand ein Saftkanalsystem an, das nach Klein direkt durch feine Oeffnungen mit dem Luftraume in Verbindung steht, während v. Wittich glaubt, dass die Kittleisten der Epithelien Stoffe durchlassen könnten.

Von besonderm Interesse sind die von Pierret und Renaut an der Rinderlunge gemachten Beobachtungen. Nach ihnen ist jede Alveole nach außen umgeben von einer mit Endothel ausgekleideten Lymphkapsel, in welcher sie gewissermaßen eingetaucht ist. Diese Lymphspalten stehen in Verbindung mit einem nach vorangegangener Füllung mit Luft fürs bloße Auge sichtbaren Netze von eigenartigen Lymphröhren, die dem interlobulären Bindegewebe folgen. Diese hängen dann wieder mit den oben erwähnten Abzugskanälen für die Lymphe zusammen.

Durch diese Einkapselung der Lungenalveolen, die mit unwesentlichen Modifikationen auch andern Drüsen zukommt, wird einmal die schnelle Stoffaufnahme durch die große Resorptionsfläche leichter erklärbar und scheint dann weiter, wie die Autoren hervorheben, dieselbe geeignet auch den festen Bestandteilen der Lymphe einen Gasaustausch zu ermöglichen, welcher für die Tätigkeit der Lymphzellen von großer Wichtigkeit ist.

A. Budge (Greifswald).

Ueber die Theorien der Farbenwahrnehmung.

Nach einem in der k. k. Gesellschaft der Aerzte zu Wien gehaltenen Vortrag.

Dass wir überhaupt eine besondere Theorie der Farbenwahrnehmung nötig haben, rührt daher, dass es in der Physiologie einen Grundsatz gibt, der unter dem Namen „Gesetz der specifischen Nervenenergie“ bekannt ist. Wenn dieses Gesetz nicht existiren würde, oder wenn wir irgend welche Berechtigung hätten, an seiner allgemeinen Giltigkeit zu zweifeln, dann würde die Aufstellung einer besondern Theorie für die Tatsache, dass wir die uns umgebende Welt in Farben sehen, nicht notwendig sein.

Die Schwierigkeit, welche durch diesen Lehrsatz eingeführt wird, ist sofort ersichtlich, wenn man sich mit einem bestimmten Fall der Gesichtswahrnehmung beschäftigt, sich zum Beispiel denkt, man blicke auf ein weißes Feld, in welchem eine rote Linie gezogen ist. Es fallen bekanntlich von den einzelnen Punkten der roten Linie Bilder auf die Netzhaut und veranlassen nun ein Geschenwerden dieser roten Linie. Man muss sich also denken, dass Nervenenden in der Netzhaut liegen, welche von dem Bilde der roten Linie

in einer gewissen Weise afficirt werden, man muss sich ferner denken, dass diese Affection nach einem bestimmten Centrum im Gehirn geleitet wird und in irgend einer Weise uns zu Bewusstsein kommt.

Wenn man sich vorstellt, an Stelle der roten stände eine grüne Linie, so würde auf die Stellen der Netzhaut, die früher von rotem Licht getroffen wurden, nunmehr grünes fallen, und es könnte nach dem Gesetz der specifischen Nervenenergie die Erregung derselben Nervenenden durch grünes Licht in dem Centrum kein anderes Resultat hervorbringen, als die Erregung durch rotes Licht hervorgebracht hat. Denn das Gesetz der specifischen Nervenenergie sagt, dass eine jede Nervenfaser nur eine bestimmte Empfindung im Centralorgan auslöst, ganz abgesehen vom Charakter der Störung oder der Einwirkung, welche peripher die Erregung der Nervenfaser angeregt hat. Wenn also das Gesetz der specifischen Nervenenergie richtig ist, dann ist es von vornherein ganz unverständlich, wie die Erregung eines Nervenendes einmal im Centrum die Vorstellung von etwas Rotem und das andere mal die Erregung desselben Nervenendes die Vorstellung von etwas Grünem, wieder in derselben Anordnung hervorrufen kann.

Obwol das Gesetz der specifischen Nervenenergie in dieser Deutlichkeit in welcher wir es jetzt auszudrücken gewohnt sind, erst seit Johannes Müller ausgesprochen wird, und also in den allerersten Jahren dieses Jahrhunderts noch kaum gekannt war, gewiss aber nicht mit einem eigenen Namen bezeichnet wurde, so waren es doch die eben angestellten Erwägungen, welche Thomas Young veranlasst haben, eine Unverständlichkeit in dem Umstande zu finden, dass wir Farben sehen. Er hat auch sofort die Möglichkeit eingesehen, über diese Schwierigkeit hinwegzukommen, und diese Möglichkeit, welche er sich zunächst aufgebaut hat, nur um irgend einen Mechanismus zu haben, nach dem die Dinge möglicherweise ablaufen könnten, hat sich als so außerordentlich geeignet erwiesen, alle Einzelnheiten in Uebereinstimmung mit den wirklichen Effekten unsers Sehapparats zu erklären, dass man später — und zwar teils er selbst, zumeist aber seine Nachfolger und besonders Helmholtz — daran gegangen ist, diesen Mechanismus, den Young gewissermaßen nur als denkbare Möglichkeit hingestellt hat, zu einer Theorie der Farbenwahrnehmung auszubauen.

Der Gedanke Young's war der: Unendlich klein sind die Enden der Nervenfasern nicht, sondern sie haben eine bestimmte Größe; und diese Größe war trotz der zu Zeiten Young's vorhandenen geringen mikroskopischen Hilfsmittel doch schon mit einem verhältnissmäßig hohen Grad von Genauigkeit bekannt. Man wusste, es könnten nicht so viele verschiedene Nervenenden auf einem kleinen Stück der Netzhaut vereinigt liegen, dass das Beeinflussen des einen Nervenendes in Beziehung auf die räumliche Vorstellung, die man sich von dem beeinflussenden Moment nachher macht, gleichwertig wäre mit dem

Beeinflussen eines andern Nervenendes, das etwa durch 10 oder 20 Nervenenden von dem ersten getrennt ist. Es ließe sich nun denken, dass für jede Farbe eine bestimmte Nervenfaser vorhanden ist und dass die Nervenenden in der Netzhaut vielleicht insofern einen verschiedenen Charakter haben, als, wenn ein solches Nervenende erregt wird, ein rotes Bild entsteht, und wenn ein anderes erregt wird, etwa ein gelbes oder grünes Bild entsteht u. s. f. Es wäre ferner denkbar, dass, wenn das Bild einer roten Linie auf die Netzhaut fällt, nur eben diejenigen Nervenenden, deren Erregung in unsrer Vorstellung die Empfindung „Rot" vermittelt, davon erregt werden und wenn an derselben Stelle das Bild einer grünen Linie entsteht, eben nur die von diesem Bilde getroffenen, die Vorstellung des Grünen vermittelnden, Nervenenden erregt werden. Eine derartige Vorstellung ließe sich indess nicht zur Theorie ausbilden; denn bei der außerordentlichen Vielfachheit der Farben wäre eine so genaue Lokalisirung der Konturen nicht möglich wie wir sie in Wirklichkeit besitzen, wenn man für jede Farbennuance in der Netzhaut eine Nervenfaserendigung annehmen wollte. Wir sehen so außerordentlich feine rote und grüne Linien, dass, wenn man annehmen wollte, jedes hundertste Nervenende in der Netzhaut sei durch den Farbenton der roten Linie, jedes hundertste für den der grünen Linie reizbar, dies mit der Tatsache des Sehens so feiner Linien unvereinbar sein würde. Und doch hätten wir dann erst die Fähigkeit hundert verschiedene Farben zu unterscheiden, erklärt, während wir in Wirklichkeit deren viel mehr unterscheiden. Denkt man sich aber eine Netzhaut mosaikartig aus Elementen zusammengesetzt, von denen nur jedes hundertste für rotes Licht empfindlich ist und stellt sich nun vor, dass das Bild einer sehr feinen roten Linie auf diese Netzhaut fällt, so wird diese Linie vielfach unterbrochen oder gar nicht mehr gesehen werden, schon bei einer Breite, bei welcher wir sie in Wirklichkeit noch ganz deutlich und ununterbrochen sehen.

Durch ähnliche Erwägungen ist Young zur Aufstellung seiner Theorie gelangt. Er nahm an, es seien nur einige wenige wirklich verschiedene farbenempfindende Nervenapparate in der Netzhaut durch einander gemischt und legte sich dann die Frage vor: wie viele solcher verschiedenfarbiger Endapparate braucht man notwendig, oder welches ist die geringste Zahl, mit der man auskommen kann? Die physikalische Untersuchung hat darauf geantwortet, dass man mit drei verschiedenen Farben auskommen könnte; d. h. es gibt Nervenenden, die, so oft sie gereizt werden, eine bestimmte Farbenempfindung im Centrum erregen; andere Nervenenden, die gereizt wieder eine andere Farbenempfindung geben und endlich wieder andere Enden, die eine dritte Farbenempfindung im Centrum auslösen. Wenn man also nur diese drei Fasergattungen annimmt, so kann man daraus schon, bei dem Charakter der vorhandenen Farben, die Wahrnehmung

aller möglichen Farben erklären. — Es genügt eine Dreiheit von Empfindungselementen, um alle möglichen Farben zusammenzusetzen. Natürlich ist es nicht gleichgiltig, wie man diese drei Empfindungen, die sogenannten „Grundfarben", wählt. Wenn man z. B. sagen würde, die eine Farbe soll rot sein, die andere orange und die dritte gelb, so würde man nicht einsehen können, wie man durch das Zusammenwirken dieser drei Fasergattungen in irgend einem Intensitätsverhältniss auf die Empfindung blau kommen sollte. Wenn man sie aber so annimmt, dass sie im Sonnenspectrum ziemlich weit auseinanderliegen, dann ist es vollkommen gleichgiltig, welche man wählt. Entscheidet man sich z. B. für Gelb, Blau und Purpur, so wäre das schon ausreichend. Tatsächlich ist es auch schwer, in dieser Beziehung zu einer bestimmten Wahl zu kommen. Anfänglich wählte Young Rot, Grün, Blau, dann ersetzte er indess Blau durch Violett.

Wir haben nun die Frage zu beantworten, wie man bei dieser Annahme alle Erscheinungen der Farbenwahrnehmung erklären kann. Dass wir eine rote Farbe sehen können, ist leicht verständlich, wenn wir Nervenenden in der Netzhaut annehmen, die erregt in uns die Empfindung rot hervorrufen. Dass wir feine rote Objecte genau sehen können, lässt sich unschwer begreifen, wenn man bedenkt, dass der dritte Teil aller Endapparate für solche rote Fasern disponibel ist, da wir überhaupt nur dreierlei Fasern haben. — Dass man grüne Objekte sehen kann, ist auch verständlich, da wir dafür Fasern haben, die durch grünes Licht erregbar sind, und erregt im Centrum die Empfindung grün bedingen; aus demselben Grunde erklärt es sich, dass wir violette Objekte sehen. Wie sehen wir aber gelb oder blau u. s. w.? Auch das ist nicht schwer zu verstehen, wenn man sich vorstellt, dass die rot empfindenden Fasern nicht bloß angeregt werden, wenn wirklich Licht auf sie fällt, das einer bestimmten Wellenlänge entspricht, sondern dass sie auch — wenngleich nicht mit gleicher Intensität — erregt werden, wenn Licht von etwas anderer Wellenlänge auf sie fällt. Nehmen Sie z. B. eine Stimmgabel von einem bestimmten Ton und schlagen Sie diesen Ton an, so tönt die Stimmgabel mit einer gewissen Intensität mit. Sie kommt aber auch in, freilich schwächeres Mittönen, wenn Sie einen Ton erzeugen, welcher von dem Ton dieser Stimmgabel etwas verschieden ist.

Man hat sich also vorzustellen, dass die rot empfindenden Fasern durch rotes Licht sehr stark erregt werden, durch gelbes Licht schwächer, durch blaues und violettes Licht noch schwächer. Durch Licht von welcher Wellenlänge immer aber auch diese Fasern erregt sein mögen, welches immer die Stärke der Erregung in ihnen sein mag: der Effekt den diese Erregung im Centrum bedingt, ist ausschließlich die Empfindung: rot. Wenn ich also das Sonnenspectrum darstelle, und für jede Farbe eine Höhe auftrage, welche andeutet, wie stark durch Licht von dieser Farbe die rot empfindenden Fasern

erregt werden, so bekomme ich für die rot empfindenden Fasern eine Kurve von bestimmter Form. Durch rotes Licht werden diese Fasern am stärksten erregt werden; die Kurve wird also im Rot ihr Maximum haben und nach beiden Seiten abfallen; für die grün empfindenden Fasern bekommt man wieder eine andere Kurve; diese werden durch grünes Licht am stärksten erregt, durch gelbes und blaues Licht schwächer, durch rotes Licht noch schwächer und endlich durch violettes am schwächsten. Fällt also Licht von solcher Wellenlänge auf unsere Netzhaut, welche der uns gelb erscheinenden Stelle des Spectrums entspricht, dann haben wir uns vorzustellen, dass die Empfindung gelb das Resultat von den ziemlich gleich starken Erregungen der rot und grün empfindenden Fasern ist, so dass also das gelb, welches uns als etwas Einfaches, als etwas Einheitliches, als eine elementare Sinnesempfindung und nicht als etwas Zusammengesetztes erscheint, physiologisch aus dem Zusammenwirken zweier grundverschiedener Nervenempfindungen entstanden sein soll. Ich will gleich hier bemerken, dass man der Young-Helmholtz'schen Theorie aus diesem Umstand, dass sie genötigt ist, die Farben, die — wie man sagt — der Unbefangene für einfach hält, aus dem Zusammenwirken mehrerer grundverschiedener elementarer Apparate zu erklären, einen schweren Vorwurf gemacht hat, aber — wie ich auch hier gleich vorwegnehmen will — nach meiner Meinung mit großem Unrecht. — In der gleichen Weise vermag die Young-Helmholtz'sche Farbentheorie auch die Empfindung des Blauen aus dem Zusammenwirken zweier verschiedener Nervenapparate zu erklären, indem sie die grün- und die violettempfindenden Fasern gleich stark erregt werden lässt. Hiergegen hat man nun eingewendet, es sei doch Violett etwas viel complicirteres als blau; es sei entschieden eine Verkehrtheit die einfache Empfindung blau aus dem Zusammenwirken von violett und grün zu erklären, da es doch viel einfacher sein würde, das Violett aus dem Zusammenwirken von rot und blau zu erklären. Wir wollen diesen Einwand indess hier nur angedeutet haben und seine Beantwortung auf eine spätere Zeit verschieben.

Dass wir also überhaupt alle Farben sehen, lässt sich aus der Young-Helmholtz'schen Theorie ohne Schwierigkeit erklären. Nun gibt es aber gewisse Farben in der Farbenskala, die in ganz besonderer Beziehung zu einander stehen, indem sie einander zu weiß ergänzen. Auch dies ist aus der Young-Helmholtz'schen Theorie ebenso leicht zu erklären; ebenso die Tatsache, dass jedes farbige Licht von sehr großer Intensität nicht in seiner Farbe, sondern weiß erscheint.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Erklärung der Nachbilder aus dieser Theorie geworden. Wenn man einen roten Gegenstand längere Zeit angesehen hat und nachher auf eine graue Fläche blickt, so sieht man bekanntlich ein Bild, welches dem betrachteten roten Gegenstand geometrisch ähnlich ist, aber in der complementären Farbe,

in diesem Falle also blaugrün, erscheint. Dies erklärt sich nach der Young-Helmholtz'schen Theorie einfach durch die Annahme, dass die rot empfindenden Fasern dadurch ermüdet worden sind, dass rotes Licht auf sie gefallen ist, während die übrigen Fasern dadurch sehr wenig erregt, also auch wenig ermüdet worden sind. Betrachtet man dann an sich weißes Licht, welches nach der Voraussetzung von Young und Helmholtz alle Fasergattungen der Netzhaut gleich stark, oder graues Licht, welches sie alle gleich schwach erregt, nicht mit einer ausgeruhten, sondern mit einer Netzhaut, in welcher die rot empfindenden Fasern ermüdet, während die grün und violett empfindenden Fasern noch frisch sind, so wird das weiße Licht natürlich die grün und violett empfindenden Fasern stärker erregen, als die rotempfindenden und man wird das Nachbild in der complementären Farbe sehen. Auf die große Anzahl derartiger Details, welche durch diese Theorie ihre Erklärung gefunden haben und welche einen großen Teil der physiologischen Optik ausmachen, kann hier indess nicht eingegangen werden. — Ebenso hat sich eine merkwürdige pathologische Erscheinung aus dieser Theorie erklärt, und zwar ist es Helmholtz selbst gewesen, der auf das häufige Vorkommen dieses pathologischen Zustands, der Farbenblindheit, aufmerksam gemacht, sie genau studirt und ohne Weiteres und mit Fug und Recht als Stütze für seine Theorie verwertet hat. — Die weitaus größte Menge der farbenblinden Männer — farbenblinde Frauen gibt es bekanntlich nur äußerst wenige — besteht aus Rotblinden, d. h. solchen, denen nach der Ansicht von Helmholtz, die rotempfindenden Fasern fehlen. Diese Menschen haben also nur zwei Grundfarben und eine Menge zwischen ihnen liegender Uebergangsfarben, je nachdem durch eine bestimmte Lichtart die eine oder die andere der beiden bei ihnen vorhandenen Fasergattungen stärker erregt wird. Sie sehen ferner an einer Stelle des Spectrums, an der andere Menschen eine Farbe sehen, einen neutralen, also grauen Streifen; das ist eben jene Stelle des Spectrums, deren Licht die beiden bei ihnen vorhandenen Fasergattungen gleich stark erregt. Da nun grün und violett die beiden Farben sind, für welche die Fasern bei solchen Leuten vorhanden sind, so sieht ein solcher Mensch das eine Ende des Spectrums grün, das andere violett, und diese beiden Farben gehen durch einen unbestimmten Ton in einander über, welcher zwar eine gewisse Helligkeit, aber weder die eine noch die andere Farbe hat. Folglich gehen jene beiden Farben in einander über durch einen Ton, welchen diese Leute fortwährend mit grau verwechseln, weil eine graue Fläche ihre beiden Fasergattungen ebenfalls gleich stark erregt. Sie verwechseln deshalb jene Farbe, die für uns grünblau ist, fortwährend mit dem Roten und auch mit dem Grauen.

In ähnlicher Weise lassen die Tatsachen der Grün- und Violettblindheit sich aus dieser Theorie sich erklären.

Nun dürfte es wol allgemein bekannt sein, dass vor mehreren Jahren unser ausgezeichneter Prager Physiolog Hering[1]) eine neue Farbentheorie angegeben hat, welche, wie Alles, was von diesem Forscher kommt, originell, geistreich, ja, man kann sagen, genial ist.

Sie ist genial in der Einfachheit, mit welcher sich aus ihr leicht eine große Menge von Phänomenen erklären läßt und durch eine gewisse frische Auffassung der Natur. Sie hat so sehr den Charakter des Einfachen und leicht Verständlichen an sich, dass sie die Gunst der Ophthalmologen im Fluge sich erworben hat. Etwas zurückhaltender sind die Physiologen gewesen, und es haben sich in letzter Zeit solche Bedenken gegen diese Theorie geltend gemacht, dass ich glaube, die Zeit sei noch ferne, da man die Farbentheorie von Young-Helmholtz als etwas Erledigtes beiseite lassen könnte. Vielmehr wird man nach meiner Ueberzeugung auf jede Tatsache besonderes Augenmerk richten müssen, die zu einer Entscheidung zwischen beiden Theorien sich verwerten lassen könnte und man wird vor Allem die Young-Helmholtz'sche Theorie nicht eher verlassen dürfen, als bis es gewiss ist, dass sich dieselbe durch die Hering'sche mit wesentlichem Vorteil ersetzen lässt.

Diese geht eben von der Einfachheit wie von einem Princip aus, indem sie sagt: Es gibt doch nichts Einfacheres, als weiß und schwarz; und um dies zu erklären, musstet Ihr drei Fasergattungen annehmen? Ebenso sind rot, gelb, grün, blau einfach, wie schon daraus hervorgeht, dass man ihnen in der Sprache eigene Namen — in der deutschen Sprache sogar einsilbige — gegeben hat, während man die übrigen nur durch Vergleich mit Naturgegenständen bezeichnet, z. B. mit einer Pommeranze (orange) oder mit einem Veilchen (violett). Gegen diese Behauptung lässt sich nichts einwenden; nur muss man im Auge behalten, dass kein Grund vorliegt, zu glauben, bei der Construction der Natur sei auf ihre Verständlichkeit für uns besondere Rücksicht genommen. Dass also eine Erklärung complicirt ist, ist noch kein Argument dafür, dass sie unrichtig ist. Man darf nicht vergessen, dass „Einfachheit" in Hering's Sinn nichts Anderes ist, als Leichtverständlichkeit für uns.

Ein anderes ist es, wenn behauptet wird, die Empfindung gelb sei eine einfache Empfindung, und es sei unrichtig zu behaupten, dass sie aus rot und grün zusammengesetzt sei. Wenn man Jemand die Frage vorlegt, ob seine Empfindung von gelb aus den Empfindungen von rot und grün zusammengesetzt ist, so wird jeder unbefangene Mensch mit Nein antworten und behaupten, wenn er etwas gelbes ansehe, so sehe er ebennur gelb, und nicht rot und grün. Wenn auch dieser Grund ohne Weiteres sich nicht abweisen lässt, so ist er doch nicht einwandfrei. Fragt man einen Menschen, was er eine einfache

1) Wien. akad. Sitzungsber. LXIX, 179; LXX. 169.

Bewegung nennt, und ob eine wesentliche Complication zur Bewegung des Arms im Ellbogengelenk notwendig sei, so wird er sagen: eine einfachere Bewegung als die Bewegung des Arms im Ellbogengelenk gibt es nicht; das ist eine einfache Bewegung. Er hält diese Bewegung für einfach, weil er sie sich als einen einfachen Willensakt vorstellt, von keiner Complication weiß, die zwischen Intention und Ausführung liegt und nur die letztere, ihm als etwas einfaches erscheinende, kennt. Nichtsdestoweniger wissen Sie, dass zwischen diesen einfachen Dingen ein sehr complicirter physiologischer Process liegt, dass verschiedene Nerven, verschiedene Muskeln in Anspruch genommen werden, dass also zwischen dem einfachen Willensakt und seiner einfachen Ausführung eine sehr complicirte Reihe von vielfachen anatomischen Apparaten und physiologischen Vorgängen liegen kann. Ebenso ist es nicht notwendig, dass zwischen einer einfachen Wellenlänge und einer einfachen Farbenempfindung auch nur ein einfacher physiologischer Process eingeschaltet ist, sondern es kann ein Process von beliebiger Complication eingeschaltet sein, ohne dass wir es bemerken. Denn wir sind so gebaut, dass wir von den physiologischen Details, die unser Leben bedingen und ausmachen, nichts erfahren. Dass also Gelb und Blau uns einfach vorkommen, ist kein Grund dafür, dass ihr Gesehenwerden in Wirklichkeit auf einem einfachen physiologischen Process beruht.

Hering's Theorie behauptet nun, dass wir irgendwo eine Sehsubstanz haben — man muss ausdrücklich irgendwo sagen, weil er sich streng dagegen verwahrt, dieselbe mit Bestimmtheit in die Netzhaut zu verlegen — dass also irgendwo in dem Nervenapparat, den wir zum Sehen brauchen, mehrere Substanzen verteilt sind, welche durch die Einwirkung des Lichts verschiedene Veränderungen erfahren. Am einfachsten ist dies zu verstehen, bezüglich dessen, was Hering schwarzweiße Sehsubstanz nennt. Er sagt, es gibt eine Substanz von der Beschaffenheit, dass, wenn sie aus den nächsten chemischen Constituenten aufgebaut wird, wir die Empfindung schwarz haben, wenn sie aus irgend einem Grund zerfällt, wir die Empfindung weiß haben. Mit andern Worten: Dissimilirung dieser Substanz gibt weiß, Assimilirung derselben gibt schwarz. Diese „schwarz-weiße" Substanz wird, wenn Licht irgend eines Grades und irgend einer Art auf sie fällt, immer teilweise zerlegt, und dieser Process bedingt dann, dass wir weiß sehen. Fällt weißes Licht auf sie, so sehen wir es als solches. Fällt farbiges Licht ein, so hat es, von welcher Farbe es immer sein mag, allemal auch eine dissimilirende Wirkung auf die schwarzweiße Sehsubstanz, bedingt die Helligkeit (besser Weißlichkeit) der gesehenen Farbe. Diese Substanz ist, wie Alles im menschlichen Körper im stetigen Wechsel begriffen, im Stoffwechsel, und hierauf beruht es, dass, wenn wir die Augen schließen, wir ein mittleres Grau sehen. Hering nennt es so, ebenso wie er den Zustand, in welchen unsere Augen kommen, wenn

wir schwarz sehen, ein mittleres Grau nennt, wenn Assimilation und Dissimilation gleich stark sind. Dass diese Behauptung gegen die Natur spricht, auf die er sich so gern beruft, darüber hat Hering geschwiegen. Wirkliches Schwarz zu sehen — sagt er — dazu gibt es auf der Erde überhaupt kein Mittel.

Ebenso wie diese schwarzweiße gibt es auch eine rotgrüne und eine blaugelbe Substanz. Wird die rotgrüne aufgebaut, sehen wir rot, wird sie zerlegt, sehen wir grün (oder umgekehrt). Doch wirkt, wie gesagt, farbiges Licht immer auch auf die schwarzweiße Substanz ein. — Einer der Hauptvorteile der Hering'schen Theorie ist, dass jene merkwürdige Tatsache, die ich bereits aus der Young-Helmholtz'schen Theorie erklärt habe, sich aus ihr einfacher erklären lässt. Wenn Menschen, welche rotblind sind, immer grün mit grau verwechseln, so fehlt ihnen nach Hering die rotgrüne Sehsubstanz; es ist also natürlich, dass sie auch nicht grün sehen, wenn sie rot nicht sehen. Die rotgrüne Sehsubstanz der Hering'schen Theorie ist eine Substanz, welche zwei einander complementäre Farben in unserm Bewusstsein hervorruft[1]), nämlich einmal — wenn sie aufgebaut wird — die rote und das anderemal — wenn sie zerlegt wird — die der roten complementäre blaugrüne, d. h. eine Farbe, welche an einer bestimmten Stelle im Spectrum liegt. Diese Farbe müssen also die Rotgrünblinden verwechseln sowol mit rot wie mit grau. Wenn man aber einen Farbenblinden fragt — und ich habe das selbst versucht und genau geprüft —, welchen Teil des Spectrums er für ungefärbt hält, so findet man nie jenen Teil des Spectrums, welcher zu dem Roten complementär ist, der ihm nach Hering's Theorie fehlen müsste, sondern jenen Teil des Spectrums, in welchem sich nach der Young-Helmholtz'schen Theorie die beiden andern Farbenkurven schneiden; es fehlt ihm also jene Farbe, die von Helmholtz als fehlend postulirt wird.

Es ließe sich noch Vieles über die Hering'sche Theorie und über die Schwierigkeiten, die sie darbietet, sagen. Es ist nach Helmholtz sehr begreiflich, dass es Menschen gibt, die rotblind sind, andere, die grünblind, andere die violettblind sind. Wieder Andern fehlen zwei Fasergattungen; diese Menschen haben dann ein monochromatisches (graues) Sehen, weil sie eben nur eine Art von Nervenfasern haben. Fehlen ihnen alle drei Fasergattungen, so sind sie ganz blind. Hering stellt nebeneinander die schwarz-weiße, die blau-gelbe und die rot-grüne Sehsubstanz. Er kennt Menschen, denen die rotgrüne Substanz fehlt (die Rotgrünblinden); andere denen die blaugelbe Substanz fehlt (die Blaugelbblinden). Man kann nun aber mit Recht fragen, warum er glaubt, dass Menschen nie die schwarz-

1) Sind Assimilation und Dissimilation in der rot-grünen Substanz gleich stark, so sehen wir grau oder weiß.

weiße Substanz fehlt, oder wie diese Menschen sehen sollten? Diese müssten die Dinge alle farbig sehen, aber ohne Grad von Helligkeit. Es scheint mir überhaupt ganz besonders unsern Empfindungen zu widerstreiten, dass wir die Helligkeit als eigene Sinnesqualität ansehen sollen, die von der Farbe ganz verschieden, ganz getrennt ist. Wir sind gewöhnt, Helligkeit als Grad der Farbe anzusehen, nicht als eigene Qualität.

Durch alle diese und sehr viel andere besonders in letzter Zeit häufig angestellte Erwägungen ist aber eine Entscheidung über die größere oder geringere Berechtigung der einen oder der andern Theorie nicht zu gewinnen gewesen, und es haben sich deshalb Viele bemüht, zu einer wirklichen Entscheidung, zu einem experimentum crucis zu gelangen.

Gerade in der allerletzten Zeit sind wieder einige hierhergehörige Publikationen erschienen; doch muss ich — obwol sich unter den Autoren sehr bedeutende Namen befinden und in den Publikationen sehr wichtige und interessante Dinge mitgeteilt sind — doch sagen, dass ich ein experimentum crucis, welches zwingen würde, sich wenigstens einstweilen für die eine oder die andere Theorie zu entscheiden, nur in zwei Abhandlungen gefunden habe, über welche ich noch kurz referiren möchte.

Die eine dieser Abhandlungen ist schon vor mehrern Jahren erschienen und hat Herrn v. Kries zum Verfasser (Arch. f. Physiol. 1878. S. 503). — Diese Arbeit ist in eine etwas complicirte Form gekleidet; sie beginnt gleich mit einem System von Gleichungen, und ich glaube gerade, dass diese mathematische Ausdrucksweise vielleicht Manchen abgehalten hat, die Abhandlung genau durchzulesen und ihren wertvollen Inhalt zu benützen. Prof. v. Kries sagt: Wenn ich einen roten Gegenstand ansehe und meine Netzhaut dadurch für rot ermüde, so wird das nach Young's Theorie, sobald ich später einen grauen Gegenstand ansehe, ein blaugrünes Nachbild abgeben, und zwar wird es dabei gleichgültig sein, ob dieser graue Gegenstand eine Mischung von weißem und schwarzem Pulver ist, oder eine Mischung von schwarzen und weißen Sectoren einer Scheibe, welche rasch gedreht wird; oder ob ich dieses Grau dadurch erzeugt habe, dass ich eine mit allen Farben des Spectrums versehene Scheibe rasch drehe. Es ist also ganz gleichgiltig, auf welche Weise das Grau der Fläche erzeugt und zusammengesetzt ist; sobald ich sie mit einem für rot ermüdeten Auge ansehe, werden die andern Fasern erregt, und ich sehe ein blaugrünes Nachbild. Das ist aber nicht ebenso der Fall, wenn die Hering'sche Theorie unserer Betrachtung zu Grunde gelegt wird. Wenn wir dies tun, so muss nach Kries der Erfolg ein anderer sein, je nachdem die graue Fläche grau ist, weil sie aus weiß und schwarz zusammengesetzt ist; oder grau ist, weil sie aus einem andern Paar von Farben zusammengesetzt ist, welche zusammen eben dieses Grau geben.

Denn wenn ich ein für rot ermüdetes Auge von einem grauen Licht beeinflussen lasse, welches aus weiß und schwarz besteht, so wird die rot-grüne Sehsubstanz dadurch beeinflusst. Betrachte ich aber eine Fläche, die grau ist, weil sie aus blau und gelb zusammengesetzt ist, so wird das Grau auf meine rot-grüne Sehsubstanz nicht einwirken, und es ist nicht der mindeste Grund dafür vorhanden, warum ich ein grünes Nachbild sehen soll. Wenn man nun Versuche anstellt, so sieht man allerdings, dass kein Unterschied in den Einwirkungen einer wirklich grauen und einer aus blau und gelb gemischten Fläche besteht, falls man die Flächen so einrichtet, dass sie in einer Linie aneinanderstoßen. Diese beiden Flächen werden zuerst ganz gleich grau hergerichtet und dann werfen Sie auf diese beiden Flächen, da wo sie aneinanderstoßen, den Teil Ihres Sehfeldes, auf welchem das grüne Nachbild von einem roten Kreise erscheint, den Sie vorher angesehen haben. Dann sehen Sie, dass das grüne Nachbild über beide Flächen in gleicher Weise weggeht. Das ist aber das Resultat der Helmholtz'schen Theorie und spricht wider die Hering'sche Theorie. Hering hat auf die Einwände, die gegen seine Theorie gemacht werden, noch nicht geantwortet; aber dies muss eben abgewartet werden und es ist nicht ausgeschlossen, dass er einen Ausweg und eine Verteidigung gegen diesen Einwand zu finden wisse; einstweilen steht v. Kries' Argument unangefochten da.

Ich komme nun zu den Abhandlungen, über die Macé und Nicati in der französischen Akademie der Wissenschaften Vorträge gehalten haben, welche in den Comptes rendus wiedergegeben sind und zwar in den Berichten über die Sitzungen vom 27. X. 79; 31. V. 80; 11. X. 80; 27. XII. 80; 13. VI. 81.

Diese scheinen uns für die ganze Lehre vom Sehen der Farben überhaupt außerordentlich wichtig zu sein. Unter Anderm geht aus ihren Versuchen ein Resultat hervor, welches ich mit den Voraussetzungen der Hering'schen Theorie für unvereinbar halten muss. Die Art, wie diese beiden Herren ihre Versuche angestellt haben, ist so einfach und überzeugend, dass sie geradezu als mustergiltig hingestellt werden kann. Zunächst stellten sie sich die Aufgabe, zu erforschen, wie groß die Helligkeit ist, mit welcher wir die einzelnen Teile des Sonnenspectrums sehen, und zwar haben sie sich zur Festsetzung dieses Werts keiner complicirten photometrischen Methode bedient, sondern die Helligkeit an dem gemessen, woran sie gemessen werden muss, wenn sie zur Entscheidung in solchen Fragen benützt werden soll — nämlich direkt an dem Auge. Sie haben die Sehschärfe am normalen Auge bei Beleuchtung des Objekts mit verschiedenen Teilen des Spectrums gemessen. Sie haben die Sehschärfe, welche ein normales Auge hat, wenn es einen Gegenstand mit dem hellsten Teil des Sonnenspectrums, nämlich mit dem gelben, beleuchtet ansieht, gleich 1000 gesetzt. Dann haben sie die Sehschärfe,

welche man hat, wenn man dasselbe Objekt nicht mit dem gelben, sondern mit dem roten Teil des Spectrums beleuchtet, gemessen und diese z. B. für das äußerste Rot ausgedrückt durch die Zahl 15.

Der Apparat, dessen sie sich zu ihren Messungen bedienten, bestand aus einem Spalt, durch welchen das Sonnenlicht eingelassen wurde, einem Prisma, in welchem das Licht zerlegt wurde und aus einem zweiten Spalt, durch welchen sie nur denjenigen Teil des Lichts durchließen, den sie auf das Objekt fallen lassen wollten. Mit diesem Teil des Spectrums haben sie dann einfach ein Fixationszeichen, eine Mire beleuchtet. Diese bestand aus drei, millimeterbreiten Streifen, welche in Millimeterabstand von einander vor weißem Grunde gelegen waren. Die Mire wurde nun z. B. mit rotem Licht beleuchtet, während die Beobachter in bestimmter Entfernung von derselben sich befanden. Dann wurde die Gesammtmenge des auf das Prisma auffallenden Lichts so lange verändert, bis die Beobachter eben mit Deutlichkeit das Zeichen sahen; die Einstellung des Apparats, von der das Lichtmaß abhing, wurde gemessen, und diese Messungen für eine ganze Reihe von Versuchen ausgeführt, und zwar an verschiedenen normalsichtigen Individuen. Sie haben nun zunächst z. B. für rotes Licht, welches etwa der Fraunhofer'schen Linie *C* entspricht, eine Sehschärfe gleich 111 gefunden, also etwa den zehnten Teil des Werts, den man bekommt, wenn man dasselbe Objekt mit eben so viel gelbem Licht beleuchtet. Für das Licht, welches der Wellenlänge *D* entspricht, fanden sie die Sehschärfe gleich 768 (für ein Licht, welches nicht gerade durch eine Fraunhofer'sche Linie bezeichnet werden kann, hatten sie, wie schon oben bemerkt, 1000 gesetzt); für die Fraunhofer'sche Linie *E*, welche für grün als charakteristisch angesehen wird, bestimmten sie eine Sehschärfe gleich 314; für *F* im Blau eine Sehschärfe gleich 42 und für die Linie *G*, die tief im Violetten liegt, eine Sehschärfe gleich 0,2. Die Sehschärfe im violetten Licht ist also außerordentlich gering, wie übrigens jeder weiß, der sich mit solchen Versuchen beschäftigt.

Dieselben Versuche haben nun beide Forscher auch mit farbenblinden Menschen angestellt. Auf diese Weise musste sich herausstellen, ob Rotblinde auch grünblind sind oder nicht. Denn wenn Jemand rotgrünblind ist, muss bei ihm nicht nur die Sehschärfe für das Rote außerordentlich viel geringer sein als bei normalsichtigen Menschen, sondern auch die Sehschärfe für das Grüne, da ihm die rotgrüne Sehsubstanz fehlt, welche zerlegt werden könnte.

M. und N. nahmen nun drei Rotblinde und einen Grünblinden für ihre Versuche, und legten für jeden eine Liste seiner Sehschärfen bei verschiedenen Spectralfarben an. Die Ziffern dieser Listen sind Verhältnisszahlen, bezogen auf die Sehschärfen normalsichtiger Personen für dieselben Farben; so dass, wenn der Untersuchte selbst normalsichtig für Farben wäre, seine Liste aus lauter Einern zu bestehen

hätte. Ist aber z. B. seine Sehschärfe für eine Farbe = 100, für welche die Sehschärfe des normalen Auges = 300 ist, dann kommt in der Liste für diesen Farbenblinden zu der untersuchten Farbe die Zahl $^1/_3$ zu stehen; er hat eben für dieses Licht nur ein Drittel der normalen Sehschärfe.

Wenn ich nun hier einen Auszug aus diesen Listen mitteile und für den einen der Untersuchten zur Linie *C* die Zahl 0,143 schreibe, so sagt dies, dieser Mensch hat für rotes Licht, von der Wellenlänge *C* eine Sehschärfe, die ungefähr den siebenten Teil so groß ist, als die Sehschärfe eines normalsichtigen Menschen. Für Licht von der Wellenlänge *D* hatte dieser Mann auch nicht eine Sehschärfe 1 sondern 0,5; für Licht von der Wellenlänge des grünen Lichts die Sehschärfe 1,7. Diese einzige Zahl beweist schon, dass dieser Mann nicht seiner rot-grünen Sehsubstanz verlustig war, sondern dass er sogar für grünes Licht viel empfindlicher war, als ein normalsichtiger Mensch. Derselbe Mensch hatte für blaues Licht von der Linie *F* die Sehstärke 3,1 und für violettes Licht bei der Linie *G* finden wir sogar die Sehschärfe 5 angegeben. Ich möchte diesen Zahlen keinen absoluten Wert beimessen, weil es bei farbigem Licht, wie es hier beobachtet ist, schwer ist, sich nicht um große Beträge zu irren, aber das unterliegt keinem Zweifel, dass dieser Rotblinde Grün heller gesehen hat, als wir es sehen; dass man also die Irrtümer in seinen Farbenangaben nicht aus dem Fehlen einer rot-grünen Substanz bei ihm erklären kann.

Der Zweite von den Leuten hatte

für rot (*C*) die Sehschärfe		= 0,2
für die Linie	*D*	= 0,7
„ „ „	*E*	= 2,8
„ „ „	*F*	= 3,0

Noch weiter gegen das brechbare Ende des Spectrums zu nimmt seine verhältnissmäßige Sehschärfe wieder ab. Analog sind die Zahlen für den dritten Rotblinden.

Der Grünblinde hatte für Licht von der Wellenlänge *C* eine Sehschärfe, welche 2,7 mal so groß war, als die eines normalsichtigen Menschen, dafür war seine Sehschärfe für gelbes Licht nur 0,5, für grünes Licht 0,2, für violettes hingegen wieder 2,1.

Das ist ein außerordentlich wichtiges Resultat. Die Herren M. und N. sind sich dessen vollkommen bewusst, dass diese Zahlen mit der Hering'schen Theorie absolut unvereinbar sind, und sie sagen das auch mit emphatischen Worten. Sie unterlassen es aber einstweilen, auf eine naheliegende Deutung aus der Helmholtz'schen Theorie hinzuweisen, wenngleich ich nicht zweifle, dass die Herren Macé und Nicati auch auf diese Deutung verfallen sind. Man kann nämlich annehmen, dass die Rotblinden nicht einfach keine rotempfindenden Fasern gehabt haben, sondern vielmehr dass die Fasern,

welche bei normalsichtigen Menschen rotempfindend gewesen wären, bei ihnen, je nachdem, bei dem Einen ganz zu den grünempfindenden geschlagen oder bei dem andern zu den violett empfindenden oder in irgend einer Weise sonst zwischen Grünempfindung und Violettempfindung ausgeteilt worden sind. Dafür spricht auch, dass der rotblinde Mann für violettes Licht so empfindlich war. Endlich ist es sehr auffallend, dass der Farbenblinde, der für Grün eine so geringe Entscheidung hatte, für die beiden andern von Helmholtz als Grundfarben gewählten Farben eine so übermäßige Empfindlichkeit hatte.

Ich bin nicht der Meinung, dass man aus diesen Daten ohne Weiteres auf die Unhaltbarkeit der Hering'schen Theorie schließen kann, ebenso wenig, wie ich der Meinung war, dass man aus den Erörterungen von Prof. v. Kries ohne Weiteres ein Verdammungsurteil über die Hering'sche Theorie aussprechen darf. Hering hat nur in vorläufigen Mitteilungen seine Ansichten dargelegt, es ist daher noch abzuwarten, was er auf alle diese Einwände antworten wird. Immerhin aber glaube ich zu der Behauptung berechtigt zu sein, dass bis jetzt weder die Helmholtz'sche Theorie widerlegt, noch aber die Hering'sche bewiesen ist.

E. v. Fleischl (Wien).

R. Owen, On the ova of the Echidna hystrix.

Philos. Trans. Roy. Soc. London, vol. 171. 1881. pt. III. p. 1051—1054. pl. 39.

Owen hat durch Dr. G. Fr. Bennett in Sidney 4 Hinterkörper von *Echidna hystrix* erhalten; zwei derselben waren trächtig. Bei dem einen, am 30. August 1879 gefangenen Exemplar enthielt der linke Uterus 3 Eier von $2^1/_2$, 4 und 6 Mm. Durchmesser, während der rechte leer war. Die Eier waren nur durch Schleim an der weichen, dicken Uteruswand befestigt. Bei dem andern Exemplar, das am 14. September 1879 gefangen war, enthielt nur der rechte Uterus 1 Ei von 6 Mm. Durchmesser. Vom Embryo war in keinem der Eier eine Spur zu erkennen; Verf. deutet eine Spalte an der einen Seite des letzterwähnten Eies als erste Furche und sieht darin einen Beweis dafür, dass *Echidna* vivipar sei. Außerdem betont er die Zunahme der Größe des Eies vor der Entwicklung, wie er sie in ähnlicher Weise bei *Ornithorhynchus* beobachtet hat.

J. W. Spengel (Bremen).

Berichtigungen.

In Nr. 14 S. 426 Z. 12 von unten lies: Oenus statt Venus.
In Nr. 15 S. 461 Zeile 1 u. 2 von unten streiche die Kommata.
In Nr. 15 S. 480 lies in der „Erklärung": Autoreferat statt Autorreferat.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt" bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut"** zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **15. December 1881.** **Nr. 17.**

Wegen der sehr zahlreich eingelaufenen Beiträge haben wir uns entschlossen die letzten Nummern des ersten Bandes in kürzern Zeiträumen als bisher auf einander folgen zu lassen.

Die Redaktion.

Inhalt: **Klebs**, Ueber Form und Wesen der pflanzlichen Protoplasmabewegung. — **Brandt**, Ueber das Zusammenleben von Algen und Tieren. — **Emery**, Zur Morphologie der Kopfniere der Teleostier. — **Gaule**, Die Cytozoen. — **v Bischoff**, Das Hirngewicht des Menschen. — **Lalesque**, Untersuchungen über den Lungenkreislauf. — **Kossel**, Zur Entdeckung der Nucleïne. — Erklärung.

Ueber Form und Wesen der pflanzlichen Protoplasmabewegung.

Von **Georg Klebs**, (Würzburg).

Einfluss äusserer Kräfte auf die pflanzliche Protoplasmabewegung.

Die Bewegungen des Protoplasmas sind ein Ausdruck seines Lebens; alle die äußern Bedingungen, die überhaupt notwendig sind um das Leben eines Plasmakörpers zu ermöglichen, sind auch notwendig für die normale Erscheinung seiner Bewegungen, vor allem eine gewisse mittlere Temperatur, eine bestimmte Feuchtigkeit, Gegenwart von Luft, Zufluss von Nahrungsstoffen. Neben diesen allgemeinsten Bedingungen wirken die äußern Kräfte der Natur wie Licht, Schwerkraft, Elektricität in den verschiedensten Beziehungen auf das Leben der Pflanze und, sofern es auf dem Leben des Protoplasmas beruht, auf dieses selbst ein. Es ist natürlich von der größten Bedeutung die Art und Weise der Wirkungen zu erforschen. Da man nun die Bewegungen des Protoplasmas als die Folge besonders lebhafter Lebenstätigkeit auffassen muss, werden sie um so empfindlicher der Beeinflussung dieser äußern Kräfte unterliegen, werden sie gerade so geeignet sein, uns über den innern Zusammenhang der Lebenserscheinungen des Plasmas mit den in der Natur wirkenden Kräften Klarheit zu bringen. Hierfür ist es vor allem wesentlich solche Kräfte in wechselndem Grade

auf die Bewegungen einwirken zu lassen, diese überhaupt unter veränderte Bedingungen zu bringen und die Erscheinungen, die als Folge solcher Veränderungen auftreten, genau zu studiren. Es hat sich ergeben, dass gerade bei den Plasmabewegungen je nach den veränderten Einflüssen, die auf sie wirken, sehr charakteristische Erscheinungen sich zeigen.

Die Luft ist, wesentlich durch ihren Gehalt an Sauerstoff, für alle Organismen eine notwendige Lebensbedingung; von vornherein ist es wahrscheinlich, dass sie dasselbe für die Plasmabewegungen ist. In der Tat fand Kühne[1]) für die Plasmodien der Myxomyceten, dass sie sich in gasfreiem Wasser nicht zu den netzartigen Massen entwickeln; sie quellen hierin etwas auf; die Form der gequollenen Masse bleibt unverändert. Sobald aber nur sehr geringe Mengen Luft ihnen zugänglich werden, gehen sie sofort in den beweglichen Zustand über. Ebensowenig entwickeln sie sich in einer Atmosphäre von Wasserstoff oder Kohlensäure. Wie die Entwicklung, wird auch die Bewegung durch solche Gase gehemmt; sie geht aber wieder vor sich bei Luftzutritt, selbst nach 24stündiger Einwirkung des Wasserstoffs; die Plasmodien, welche die gleiche Zeit in Kohlensäure zugebracht hatten, gingen zu Grunde[2]). Ebenso hört auch die Strömung des in Zellwänden eingeschlossenen Protoplasmas bei mangelnder Luft auf, so z. B. wenn man die Zellen in Oel legt. Corti hat zuerst solche Beobachtungen gemacht, ferner Kühne[3]), Nägeli[4]), Hofmeister[5]). Letzterer gibt an, dass bei *Nitella* die Rotation in Olivenöl schon nach 5 Minuten, in sehr luftverdünntem Raume nach 13 Minuten aufhörte; im erstern Falle trat nach Abspülung des Oels im Verlauf von 30 Minuten die Bewegung wieder ein.

Wie die Luft ist auch die Wärme eine der wesentlichsten Lebensbedingungen der Pflanze; über ihren Einfluss auf die Plasmabewegungen ist eine sehr große Literatur vorhanden. Im Allgemeinen gelten für die Wirkung der Wärme jene allgemeinen Sätze, die Sachs[6]) in Bezug auf die Abhängigkeit der Vegetation von den Wärmezuständen so klar ausgedrückt hat. Die Bewegung tritt erst ein, wenn die umgebende Temperatur der Zellen einen bestimmten Grad über den Gefrierpunkt der Säfte erreicht hat; von dieser untern Temperaturgrenze an wird die Bewegung in ihrer Intensität mit steigender Temperatur beschleunigt; bei Erreichung eines bestimmten höhern Temperaturgrades tritt ein Maximum der Intensität ein; bei weiterm Steigen

1) Kühne, Das Protoplasma etc. S. 88.
2) Kühne, l. c. S. 90.
3) Für Tradescantia l. c. S. 105.
4) Nägeli, Beiträge. S. 79.
5) Hofmeister, Pflanzenzelle. S. 49.
6) Sachs, Lehrbuch der Botanik. 4. Auflage. 1874. S. 697, 700.

der Temperatur verlangsamt sich die Bewegung bis sie schließlich aufhört; der Grad bei dem der Stillstand eintritt, bezeichnet die obere Temperaturgrenze. Die untern wie obern Temperaturgrenzen liegen je nach den Einzelfällen sehr verschieden. Für die Strömung in den Haaren von *Cucurbita Pepo* liegt die untere nach Sachs[1]) bei einer Lufttemperatur von 10—11° C.; für die Rotation von *Nitella* nach Nägeli[2]) bei 0°. Die obere Temperaturgrenze liegt für *Nitella* bei etwas über 37° C. Für die Haarzellen von *Cucurbita* beobachtete Sachs, dass die Strömung in ihnen aufhörte nach 2 Minuten als man sie in Wasser von 46—47° C. brachte, dass sie noch fortging, als die Zellen sich in Luft von 49° C. während 10 Minuten befanden[3]). Das Maximum der Geschwindigkeit liegt für die Rotation von *Nitella* nach Nägeli bei 37° C. Der Zustand des Protoplasmas, in welchem die Bewegung aufgehört hat, bezeichnet man als Kälte- resp. Wärmestarre. Erhöhung resp. Erniedrigung der Temperatur kann die Bewegung wieder hervorrufen. Meistens sind diese Starrezustände die unmittelbaren Vorboten des Todes des Protoplasmas. Von der untern Temperaturgrenze an bis zu dem Maximum wird nach obigen Sätzen mit steigender Temperatur die Plasmabewegung beschleunigt; es fragt sich, ob das Verhältniss der Geschwindigkeitszunahme für jeden Grad der Temperatur ein bestimmtes ist. Nach seinen Untersuchungen an *Nitella* spricht sich Nägeli[4]) dahin aus, dass von 0,5—37° C. die Zunahme der Geschwindigkeit für jeden folgenden Grad einen kleinern Wert darstellt. Neuerdings hat Velten[5]) diese Frage genauer untersucht; er ist zu demselben Resultat wie Nägeli gekommen. Dutrochet machte zuerst darauf aufmerksam, dass starke Temperaturschwankungen die Bewegung des Protoplasmas beeinflussen, indem sie sie momentan hemmen; nach ihm geschieht dieses bei Chara durch plötzliche Erwärmung von 18° auf 22° C.; Hofmeister[6]) beobachtete dasselbe bei plötzlicher Abkühlung von 18,5° C. auf 5° C. Ebenso behauptet de Vries[7]), dass rascher Temperaturwechsel die Plasmaströmung momentan aufhebe oder sie wenigstens verlangsame. Velten[8]) dagegen kam durch zahlreiche Experimente zu dem Resultat, dass Temperaturschwankungen innerhalb der Grenzwerte weder eine Sistirung noch eine Verlangsamung hervorrufen, sondern dass sofort

1) l. c. S. 700.
2) l. c. S. 77.
3) Für andere Fälle vgl. M. Schultze, Das Protoplasma etc. S. 46—47.
4) l. c. S. 77.
5) Velten, Einwirkung Der Temperatur auf die Protoplasmabewegungen. Flora 1876. S. 210.
6) l. c. S. 53.
7) de Vries, Extrait des Archives Néerlandaises 1870 (citirt nach Velten).
8) Velten l. c. S. 214.

die der betreffenden Temperatur zukommende Geschwindigkeit der Plasmabewegung erreicht wird.

Die wesentlichste Quelle der Wärme für die Organismen ist das Licht. Aber neben dieser Wärmewirkung beeinflusst das Licht in direkterer Weise nach andern Beziehungen das Leben der Pflanze. Es ist eine notwendige Lebensbedingung für sie, insofern nur durch das Licht vermittels seiner Wirkung auf das chlorophylldurchtränkte Protoplasma die Ernährungsprocesse vor sich gehen; ferner übt es auch auf die Geschwindigkeit des Wachstums einen sehr eigentümlichen Einfluss aus, ruft dadurch die so mannigfaltigen Krümmungserscheinungen von Zellen resp. ganzen Organen hervor, die unter den Begriff des Heliotropismus fallen. Die letztern Wirkungen des Lichts bezeichnet Sachs im Gegensatz zu den rein chemischen als die mechanischen[1]). Wie verhält es sich nun mit dem Einfluss des Lichts auf die Bewegungen des Protoplasmas? Sämmtliche Forscher, wie z. B. Nägeli[2]), Hofmeister[3]), Sachs[4]) stimmen darin überein, dass die Strömung des Protoplasmas in den Pflanzenzellen ganz unabhängig vom Licht vor sich geht; sie findet in gleicher Weise im Dunkeln wie im Hellen statt, sofern nur nicht durch längeres Verweilen im Dunkeln die Lebenstätigkeit der Zelle überhaupt verändert wird. Wenn man allerdings Tradescantiahaare aus diffusem Licht in intensives Sonnenlicht bringt, so wird nach Nägeli[5]) eine Zeitlang die Geschwindigkeit der Strömung beschleunigt; er führt diese Beschleunigung aber nur auf die Wärmewirkung des Lichts zurück. Es wäre dies eine sehr interessante Tatsache, wenn fernere Untersuchungen sie bestätigen sollten, aber darum eine auffallende, weil andere Bewegungen des Plasmas wesentlich durch das Licht beeinflusst, ja in vielen Fällen erst durch dasselbe hervorgerufen zu werden scheinen. Für die Plasmodien der Myxomyceten ist es schon lange bekannt, dass sie vom Licht einen Einfluss erleiden; diejenigen der Gerberlohe kommen im Finstern an die Oberfläche der Lohe[6]); sobald Licht sie trifft, gehen sie ins Dunkle zurück. Neuere Untersuchungen von Baranetzky[7]) bestätigen diese Beobachtungen. Er fand, dass die Plasmodien sowol diffuses wie Sonnenlicht fliehen, also negativ heliotropisch sind; bei längerer Einwirkung des Lichts ziehen sie sich zu fast unbeweglichen dichten Massen zusammen, die

---

1) Vergl. Sachs, Lehrbuch S. 709.
2) Nägeli, Beiträge S. 78.
3) Hofmeister, Pflanzenzelle. S. 49.
4) Sachs, Lehrbuch S. 721.
5) Nägeli, l. c. S. 78.
6) Vgl. Sachs, Lehrbuch S. 721.
7) Baranetzky, Influence de la lumière sur les plasmodia des myxomycètes. Mém. d. l. Soc. des Scienc. nat. d. Cherbourg T. XIX. S. 321—360.

erst dann sich wieder zu normalen Netzen zu entwickeln vermögen, wenn sie ins Dunkle gebracht werden.

Schon sehr lange bekannt ist der Einfluss des Lichts auf die Bewegung der Schwärmsporen. Es war schon eine von Treviranus beobachtete Tatsache, dass Schwärmsporen in einem Wassergefäß sich an dem dem Licht zugekehrten Rande ansammeln oder sich unter dem Einfluss desselben zu wolken-, netz-, tropfenartigen Gruppen im Wasser vereinigen. Zahlreiche Untersuchungen sind darüber angestellt worden; so von Nägeli[1]), Hofmeister[2]), Famintzin[3]) P. Schmidt. Die einen Schwärmsporen sollten darnach das Licht aufsuchen, andere es fliehen; sehr häufig widersprechen sich die Angaben der Forscher. Die Sache schien erledigt durch den von Sachs[4]) geführten Nachweis, dass solche Randansammlungen, solche Bildungen von Wolken, Netzen u. s. w. keine Lebensäußerungen der Organismen unter dem Einfluss des Lichts seien, sondern nur Folgen von kleinen Wasserströmen, die durch Temperaturschwankungen im Wasser hervorgerufen werden. Sachs wies dies sehr überzeugend nach, indem er solche charakteristischen Gruppirungen, wie sie sonst die Schwärmsporen zeigen, künstlich vermittels Oelemulsionen im Wasser erzeugte. Neuerdings ist die Frage wieder aufgenommen worden und zwar gleichzeitig von Stahl[5]) und Strasburger[6]). Beide kamen zu demselben Resultat, dass bei vollkommener Richtigkeit der Angaben von Sachs doch das Licht in bestimmter Weise die Bewegung der Schwärmsporen beeinflusst und zwar hinsichtlich der Richtung der Bewegung, während die Geschwindigkeit davon unberührt bleibt. „Das Licht übt einen richtenden Einfluss auf den Schwärmsporenkörper in der Weise aus, dass dessen Längsaxe annähernd mit der Richtung des Lichtstrahls zusammenfällt“ [7]). Stahl nennt die Schwärmer heliotropisch, Strasburger[8]) phototactisch. Die Intensität des Lichts wirkt so ein, dass bei schwacher Intensität die Schwärmsporen nach dem Lichte sich hinbewegen mit dem cilientragenden Ende nach vorn; bei starker setzt sich die Bewegung in die entgegengesetzte um, sie entfernen sich von dem Lichte. Sowol

1) Nägeli, Beiträge S. 102—107.

2) Hofmeister, l. c. S. 32.

3) Famintzin, Die Wirkung des Lichts auf die Bewegung des *Chlamidomonas pulvisculus*. Mélang. biolog. Pétersbourg. T. VI. 1866.

4) Sachs, Ueber Emulsionsfiguren und Gruppirungen der Schwärmsporen im Wasser. Flora 1876. Vgl. bes. S. 273—278.

5) Stahl, Ueber den Einfluss des Lichts auf die Bewegungserscheinungen der Schwärmsporen. Verhandl. der phys. med. Gesellsch. Würzburg Bd. XII; ferner Bot. Zeitg. 1878; erweitert Bot. Zeitg. 1880 Nr. 24.

6) Strasburger, Wirkung des Lichts und der Wärme auf die Schwärmsporen. Jena 1880.

7) Stahl, bot. Zeitg. 1878 S. 711.

8) Strasburger, l. c. p. 37.

Stahl wie Strasburger fanden, dass die Intensität der vorhergehenden Beleuchtung von Einfluss auf die nachherigen Bewegungen ist; dieselbe Schwärmspore verhält sich verschieden, je nachdem sie vorher dunkel gehalten oder intensiv beleuchtet worden ist. Die Bewegung der Schwärmsporen hängt nach Strasburger aber noch ferner ab von der ihnen eigenen „Lichtstimmung", vermöge welcher sie blos Licht von bestimmter Intensität aufsuchen. Diese Lichtstimmung wechselt sehr nach den äußern Bedingungen. Bei steigender Temperatur sind die Schwärmsporen auf eine höhere, bei sinkender auf eine schwächere Intensität gestimmt.

Wie die Schwärmsporen der Algen, wie die Euglenen, verhalten sich nach Strasburger auch die farblosen Schwärmer der Chytridien. Das Licht wirkt daher nur auf das Protoplasma als solches, gleichgiltig ob dieses chlorophyllhaltig ist oder nicht.

Jedenfalls in irgend einer Beziehung zu der für das Leben der Pflanze so wichtigen Assimilationswirkung des Lichts stehen andere Bewegungserscheinungen des Plasmas, die auch für den Beobachter erst infolge von Lichteinfluss hervorgerufen werden. Das Licht übt nämlich sowol nach Intensität wie auch nach Richtung seines Einfalls einen wesentlichen Einfluss auf die Bewegung der Chlorophyllkörner aus. Diese sind bekanntlich bestimmt geformte mit Chlorophyll durchtränkte Protoplasmakörper, die stets von dem Protoplasma des Wandbelegs der Zellen umgeben sind. Beobachtungen über Bewegungen von ihnen, die ohne Zusammenhang mit den vorhin beschriebenen Plasmaströmungen stehen, sind zuerst von Boehm, dann genauer von Famintzin, Frank und Borodin gemacht worden. Eine zusammenfassende Darstellung hat in neuester Zeit Stahl[1]) davon gegeben; er hat darin die ganz allgemeine Verbreitung dieser Bewegungserscheinungen nachgewiesen. Am klarsten tritt nach Stahl die Beeinflussung des Chlorophyllapparats der Pflanzen durch das Licht bei manchen niedern Fadenalgen z. B. bei *Mesocarpus* auf, bei dem statt vieler Chlorophyllkörner nur eine einzige dünne Chlorophyllplatte in der Axe der cylindrischen Zellen sich findet. Bei diffusem Licht steht die Fläche der Platte senkrecht zu den einfallenden Lichtstrahlen; sie nimmt, wie Stahl sich ausdrückt[2]), „Flächenstellung" ein. Bei intensiver Beleuchtung dreht sich die Platte um 90° und stellt damit ihre schmale Kante parallel den einfallenden Strahlen; sie nimmt „Profilstellung" ein. Wesentlich ebenso verhalten sich die Chlorophyllkörner in den Gewebezellen höherer Pflanzen, in denen sie eine meist scheibenförmige bis halbkuglige Gestalt besitzen. Bei

1) Stahl, Ueber den Einfluss von Richtung und Stärke der Beleuchtung auf einige Bewegungserscheinungen im Pflanzenreich. Bot. Zeitg. 1880 Nr. 18 bis 24; hier ist auch die ältere Literatur nachzusehen.

2) l. c. S. 303.

diffusem Licht wandern sie auf die zum Lichteinfall senkrechten Wandflächen der Zellen, wo ihre breite Fläche senkrecht zu den einfallenden Strahlen zu liegen kommt; bei intensivem Licht dagegen wandern sie auf die Seitenwände der Zellen, wo ihre schmälere Seite in die Richtung der Lichtstrahlen fällt. Also auch hier tritt je nach der Intensität bald Flächen- bald Profilstellung ein. In zahlreichen chlorophyllhaltigen Gewebezellen sind keine solchen Ortsveränderungen der Chlorophyllkörner beobachtet, dafür aber Formveränderungen derselben. Nach Stahl finden die letztern besonders statt in den langgestreckten schmal cylindrischen Zellen, die in vielen Blättern senkrecht zur Fläche derselben angeordnet sind. In diesen, den sog. Pallisadenzellen, liegen die Chlorophyllkörner an den langen Seitenwänden der Zellen. Bei diffusem Licht sind sie halbkuglig und ragen ziemlich weit in das Zellinnere hinein; sie werden jedoch zu flachen Scheiben, sobald sie intensiv beleuchtet werden. Diese Gestaltveränderung führt wie in andern Fällen die Wanderung, die bei der Form der Pallisadenzellen schwer möglich ist, zu demselben Resultat. Die Chlorophyllkörner kehren bei schwacher Beleuchtung dem Lichte ihre größte Fläche zu, bei intensiver ihre kleinste. Dass diese so verbreitete Erscheinung von großer Bedeutung für das Leben der Pflanzen sein muss, ist wol klar. Jedoch, was mit dieser Einrichtung für den Haushalt bezweckt und erreicht wird, darüber lässt sich bei unsrer heutigen Kenntniss nichts Sicheres aussagen, vor allem weil die Rolle des Chlorophylls bei der Assimilation noch in keiner Weise klar erkannt ist.

Es fragt sich nun, was eigentlich bei den Chlorophyllwanderungen sich bewegt, die Chlorophyllkörner oder das sie umgebende Protoplasma. Die Formveränderungen könnten allerdings für eine Eigenbewegung der Chlorophyllkörner sprechen und in der Tat behauptet auch Velten[1]) nach andern Beobachtungen eine solche. Dagegen verlegen Sachs und Frank die bewegende Ursache in das Plasma, und ebenso kommt Stahl zu dem Schluss, dass das Verhalten der einzelnen Chlorophyllkörner bei verändertem Lichteinfall mit der Annahme einer selbstständigen Bewegung nicht vereinbar ist. Die Plasmaströmungen sind es, die nach ihm unter dem Einfluss des Lichts die verschiedene Stellung der Chlorophyllkörner hervorrufen.

Einen sehr merkbaren Einfluss übt das Licht schließlich noch auf die Bewegungen gewisser einzelliger Algen aus, der Desmidiaceen, die in überaus mannigfaltigen und zierlichen Formen unsre Torfgewässer bevölkern. Ueber die Bewegungen dieser Organismen unabhängig vom Licht ist noch nichts Genaueres bekannt, ebensowenig etwas über die bewegende Ursache. Unter dem Einfluss des Lichts

1) Velten, Activ oder Passiv. Oesterr. bot. Zeitschr. 1876. S. 77—78.

dagegen zeigen sie nach Stahl's[1]) Untersuchungen sehr charakteristische Erscheinungen. Er untersuchte besonders die Arten der Gattung *Closterium*, die eine meist länglich spindelförmige oder schmal halbmondförmige Gestalt besitzen. Die Zellen stellen sich zum Licht so, dass ihre Längsaxe in die Richtung der Lichtstrahlen fällt; verändert man die Richtung derselben, so drehen sich die Closterien, bis sie wieder in die richtige Lage kommen. Merkwürdig ist es wie die Zellen periodisch ihre Stellung der Lichtquelle gegenüber ändern, indem ihre Enden abwechselnd nach einander dem Licht zustreben. Bei intensiver Beleuchtung stellen sie sich mit ihrer Längsaxe senkrecht zu dem einfallenden Licht.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, dass das Licht auf die Bewegungen des Protoplasmas in bestimmter, je nach den Einzelfällen verschiedener Weise einwirkt. Wichtig ist die Frage, durch welche Strahlen des Sonnenspektrums diese Wirkungen hervorgerufen werden. Sachs[2]) spricht als allgemeines Resultat der bisherigen Untersuchungen aus, dass auf die Plasmabewegungen das Licht nur vermöge der stärker lichtbrechenden, vor allem der blauen Strahlen wirkt, die überhaupt bei den Pflanzen als die mechanisch wirksamen bezeichnet werden. Dafür sprechen Untersuchungen von Borodin[3]), ferner von Frank[4]), die beide fanden, dass rotes Licht wie Dunkelheit resp. sehr schwaches Licht, blaues dagegen wie weißes wirkt. Dasselbe beobachtete Cohn für die Bewegung der Schwärmsporen, ebenso Strasburger[5]), der nachwies dass das Maximum der Lichtwirkung auf die Schwärmer im Indigo liegt, während die gelben Strahlen blos eine zitternde Bewegung gewisser phototactischer Schwärmer veranlassen. Nach Borscow und besonders Luerssen[6]) wirkt sogar das rote Licht auf die Plasmaströmungen in den Haaren von *Urtica* und *Tradescantia* tötlich ein, während die Bewegung im blauen unverändert vor sich geht. Reinke[7]) dagegen konnte keinen Einfluss farbigen Lichts auf die Plasmaströ-

---

1) Stahl, Ueber den Einfluss des Lichts auf die Bewegung der Desmidien. Verh. d. physikal. med. Ges. Würzburg Bd. XIV; ferner Bot. Zeitg. 1880 Nr. 23.

2) Sachs, Lehrb. S. 709 und 723.

3) Borodin, Ueber die Wirkung des Lichts auf die Verteilung der Chlorophyllkörner in den grünen Teilen der Phanerogamen. Mélang. biolog. Pétersbourg 1869 T. VII.

4) Frank, Ueber lichtwärts sich bewegende Chlorophyllkörner. Bot. Zeitg. 1871 S. 228—230.

5) Strasburger, Wirkung des Lichts und der Wärme auf Schwärmsporen. Jena 1878. S. 44—50.

6) Luerssen, Ueber den Einfluss des roten und blauen Lichts auf die Strömung des Protoplasmas. Bremen 1868 S. 25—26.

7) Reinke, Ueber den Einfluss farbigen Lichts auf lebende Pflanzenzellen. Bot. Zeitg. 1871 S. 800.

mungen constatiren. Velten[1]) beobachtete wieder unter dem Einfluss von rotem Licht eigentümliche Veränderungen an dem strömenden Plasma von Haarzellen von *Cucurbita*. Jedenfalls bedarf die Frage noch weiterer gründlicher Untersuchungen.

Zu jenen Kräften, die auf die Organisation der Pflanzen tiefgreifende Wirkungen ausüben, gehört auch die Schwerkraft; sie tut dies wesentlich in der Weise, dass sie die Mechanik des Wachstums beeinflusst, dadurch bestimmte Vegetationserscheinungen hervorruft, die man unter den Begriff des Geotropismus zusammenfasst. Gewisse Organe, wie die Wurzeln, wachsen in der Richtung der wirkenden Schwere, andere, wie die meisten Stengel und Stämme in der ihr entgegengesetzten. Man unterscheidet darnach die positiv und negativ geotropischen Organe. Rosanoff[2]) hat die Wirkung der Schwere auf die Plasmodien der Myxomyceten untersucht. Er fand, dass sie das Bestreben haben, stets sich in der der Wirkung der Schwere entgegengesetzten Richtung zu bewegen, also negativ geotropisch sind. Bekanntlich wirkt in gleicher Weise wie die Schwere auch die Centrifugalkraft auf das Wachstum der Pflanzen ein. Als Rosanoff[3]) Plasmodien in horizontaler Ebene rasch rotiren ließ, bewegten sie sich während der Rotation von der Richtung der Centrifugalkraft ab nach dem Rotationscentrum hin. Baranetzky[4]) bestätigte teilweise die Resultate Rosanoff's; er beobachtete aber die eigentümliche Erscheinung, dass die durch den Einfluss intensiven Lichts in einen Starrezustand gebrachten Plasmodien sich im Dunkeln in der Richtung der wirkenden Schwere bewegten, also positiv geotropisch geworden waren, dass sie erst nach gewisser Zeit wieder ihren früheren negativen Geotropismus erlangten. Diese wechselnde Umsetzung in der Bewegungsrichtung ereignete sich jedoch auch bei ein und demselben Plasmodium im Dunkeln, wahrscheinlich unter dem Einfluss veränderter Feuchtigkeit. Es ergibt sich schon daraus, dass die jedesmalige Bewegung das Resultat verschiedener äußerer wie innerer Kräfte ist, die man in ihren Einzelwirkungen noch lange nicht klar erkannt hat. Strasburger (Wirkung etc. S. 71) bestreitet überhaupt den negativen Geotropismus. Er fand, dass die diesem zugeschriebenen Bewegungen durch die Richtung des zugeführten Wasserstromes veranlasst wurden.

Ueber den Einfluss der Schwere resp. der Centrifugalkraft auf die übrigen Plasmabewegungen ist noch nichts Genaueres bekannt.

Sehr zahlreiche Untersuchungen sind ausgeführt worden über den

---

1) Velten, Ueber die physikalische Beschaffenheit des Protoplasmas. Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. 1876 Bd. 73 S. 144—145.

2) Rosanoff, De l'influence de l'attraction terrestre sur la direction des Plasmodies des Myxomycètes. Mém. de la Soc. de scienc. nat. Cherbourg T. XIV.

3) l. c. p. 167.

4) Baranetzky, Influence de la lumière etc. S. 347.

Einfluss der Elektricität auf die Strömungen des Protoplasmas. Denn von Amici an (1823) bis auf die neueste Zeit glaubt man in der Elektricität die innerste Ursache der Bewegungen zu haben. Bis jetzt aber sind Resultate von allgemeiner Bedeutung nicht erhalten worden. Man hat keine elektrische Strömung bei den Bewegungen nachweisen können, nachdem schon Becquerel[1]) die theoretische Ansicht Amici's widerlegt hatte; vor allem ist es nie gelungen, z. B. bei der Rotation von *Chara* die auf- und absteigenden Plasmaströme umzukehren, indem man den elektrischen Strom im entgegengesetzten Sinn die Zelle durchlaufen ließ. Allerdings hat Velten[2]) künstlich eine Rotation in den Zellen der *Cucurbita*-Haare durch elektrische Ströme erzeugt, und diese Rotation wendete sich um mit dem Umdrehen des Stroms. Jedoch war das Protoplasma in diesem Zustande schon tot. Man hat sich beschränken müssen bei den Untersuchungen zu beobachten, wie die Elektricität in ihren verschiedenen Erscheinungsformen auf die Bewegung des Protoplasmas einwirkt. Die wichtigsten Resultate, die man bisher erhalten, sind wol folgende[3]). Die constanten wie Induktionsströme haben die gleiche Wirkung auf die Bewegung; erst bei einer gewissen Intensität ist ein Einfluss zu bemerken. Schwache Ströme bringen eine Verlangsamung der Bewegung hervor; bei längerer Einwirkung tritt Stillstand ein. Ueberlässt man dann die Zelle der Ruhe, so nimmt innerhalb gewisser Zeit die Bewegung ihre frühere Geschwindigkeit an; war vorher Stillstand eingetreten, zeigt sich die Bewegung erst nach längerer Zeit. Starke Stromintensitäten bringen für immer Stillstand hervor, schließlich eine Kontraktion des Protoplasmas. Bei dem Eintreten der Verlangsamung der Strömung oder kurz vor dem Stillstand derselben häufen sich die Chlorophyllkörner und andere Teile des Plasmas an einzelnen Stellen an[4]), nach Velten besonders an den schmalen Querwänden der Zelle. Bei Vallisneria beobachtete Velten allerdings zuerst stets bei Einwirkung schwacher Ströme eine Beschleunigung der Bewegung, die er aber zurückführt auf die durch den Strom erzeugte Wärme. Interessant ist es, wie wenig bei dem pflanzlichen Protoplasma der Erregungs- resp. Starrezustand, der von dem elektrischen Strom erzeugt worden, sich darin fortpflanzt. Bei der Einwirkung der Elektricität treten in den Zellen bestimmte Formveränderungen des Plasmas auf; sie sind von Brücke, Kühne, Heidenhain, Schultze und Velten untersucht worden.

---

1) Becquerel, Comptes rendus 1837 (citirt nach Velten).

2) Velten, Einwirkung strömender Elektricität auf die Bewegung des Protoplasmas, auf den lebendigen und toten Zellinhalt, sowie auf materielle Teile überhaupt. Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. 1876 Bd. 73 S. 374

3) Vergl. besonders Jürgensen, Studien des phys. Instituts Breslau. 1861 Heft I; Sachs, Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen 1865 S. 74 bis 80; Velten, Einwirkung etc. S. 372.

4) Jürgensen l. c. S. 101.

Brücke[1]) beobachtete, dass bei der ersten Einwirkung des Stromes auf die Brennhaare von *Urtica* eine Menge zarter Plasmafäden mit kolbigen Endigungen aus dem Wandbeleg in das Zellinnere hervorschossen und dass diese Fäden fortwährend in zitternder oder schlängelnder Bewegung begriffen waren. Schultze[2]) bestätigte dies bei den Haaren von *Tradescantia*. Nach Heidenhain[3]) und Schultze wird bei dem Stillstand der Bewegung das Plasma varicös; „die Erscheinung sieht aus, als wenn sich eine flüssigere Masse auf der Oberfläche des Fadens in einzelnen Tropfen ansammle". Vielfach bilden sich lokale Anschwellungen, die sich abschnüren und in die Zellflüssigkeit fallen. Kühne[4]) fand, dass bei der Einwirkung gewisser Stromintensitäten das Plasma kuglige und papillenartige Auswüchse bildet, die wieder eingezogen werden können, wenn die Stromwirkung nur kurze Zeit andauert. Nach Velten[5]) bewirkt der elektrische Strom, dass das Protoplasma befähigt wird, Wasser aufzunehmen; wirken die Ströme zu stark, so tritt Vacuolenbildung ein, schließlich ein Aufquellen des Protoplasmas und damit der Tod.

Diese Formveränderungen des Plasmas sind wol nicht die Folgen bestimmter physiologischer Wirkungen der Elektricität, sondern nur Zeichen ihres mechanischen Eingriffs in das Leben der Zelle. Wesentlich dieselben Erscheinungen treten auf, wenn der Lebensprocess der Zelle gestört wird durch zu hohe Temperatur oder durch Kälte[6]), ferner durch die Einwirkung vieler chemischer Reagentien[7]). Durch Druck und Quetschung, durch das Präpariren wird in den Zellen die Plasmabewegung häufig verändert und gestört. Es ist eine sehr bekannte Erscheinung, dass bei Präparaten von *Vallisneria* und *Tradescantia* die Strömung in den Zellen zuerst eine sehr geringe ist und allmählich ihre normale Geschwindigkeit erreicht. In neuerer Zeit hat man andrerseits beobachtet, dass in vielen Zellen gerade durch die Präparation Strömungen von sehr großer Geschwindigkeit hervorgerufen werden. Solche normal beschleunigte Bewegungen beobachtete zuerst Frank[8]) an Zellen von Wasserpflanzen wie *Elodea* etc.; er erzeugte sie auch durch Legen der Präparate in verdünnte Zucker-

---

1) Brücke, Das Verhalten der sogenannten Protoplasmaströme in den Brennhaaren von Urtica urens gegen die Schläge des Magnetelektrometers, Sitz. Ber. der Wiener Akademie 1862 Bd. 46, S. 1.

2) M. Schultze, Das Protoplasma etc. S. 45—46.

3) Heidenhain in: Studien des physiol. Inst. Breslau Heft II S. 66.

4) Kühne, Das Protoplasma etc. S. 96.

5) Velten l. c. S. 374.

6) Nach Schultze l. c. S. 48; vgl. Hofmeister, Pflanzenzelle S. 50—58.

7) Vgl. Nägeli und Schwendener, Das Mikroskop 2. Aufl. 1877 S. 392.

8) Frank in Pringsheim's Jahrbüchern für wiss. Botanik Bd. VIII. 1872 S. 220.

lösung. Weiter verfolgt hat diese Beobachtungen Dehnecke[1]). Er fand besonders an Schnitten von Stengeln von Landpflanzen wie *Impatiens*, *Phlox* etc., dass durch die Präparation und das längere Liegen der Präparate im Wasser stets die Bewegung, nachdem sie eine Zeitlang eine constante Geschwindigkeit erlangt hat, beschleunigt wird, während dessen die Zelle schon Zeichen eines gestörten Lebensprocesses aufweist. Besonders ist dieses an den stärkehaltigen Chlorophyllkörnern wahrzunehmen, die anfangs nur langsam ihre Lage verändern, später rings um die Zellen herumgeführt werden, ihre Stärke herausfallen lassen, schließlich zerrissen umhertreiben ebenso wie die in Auflösung begriffenen Stärkekörner. Dehnecke unterscheidet da her normale und anormale Bewegungen ohne aber sehr klar die Grenzen beider hervorheben zu können. Die Beschleunigung der Strömung wird auch nach ihm durch Auftauen gefrorener Zellen bewirkt. Er schließt sich der Ansicht von Sachs an, dass mit zunehmendem Wassergehalt des Protoplasmas die Geschwindigkeit der Strömung größer wird.

(Schluss folgt.)

Ueber das Zusammenleben von Algen und Tieren[2]).

Von K. Brandt, Berlin.

Das Vorhandensein oder Fehlen des Chlorophylls bedingt eine Grundverschiedenheit in der Ernährung bei Pflanzen und Tieren. Jene sind vermöge ihrer Chlorophyllkörper im Stande anorganische Stoffe zu assimiliren, während die Tiere zu ihrer Ernährung organischer Substanzen bedürfen. Wäre dieser Unterschied ein durchgreifender, so würde er unstreitig als der bedeutsamste von allen anzusehen sein. Einerseits aber gibt es Pflanzen, die kein Chlorophyll besitzen, — die Pilze; andrerseits sind schon seit langer Zeit Tiere bekannt, welche Chlorophyll enthalten, z. B. der Süßwasserschwamm (*Spongilla*), der Armpolyp (*Hydra*), verschiedene Strudelwürmer (*Vortex* u. s. w.), zahlreiche Infusorien (*Stentor, Paramaecium, Vorticellinen* etc.) und endlich auch Rhizopoden (*Monothalamien, Heliozoen* etc.).

Die Pilze ernähren sich wie die chlorophyllfreien Tiere durch Aufnahme organischer Stoffe; dagegen ist es noch nicht zur Genüge festgestellt, ob die genannten chlorophyllführenden Tiere sich nach Art echter Pflanzen allein durch Verarbeitung anorganischer Stoffe zu ernähren vermögen, — ob sie, mit andern Worten, bei reichlicher

1) Dehnecke, Einige Beobachtungen über den Einfluss der Präparationsmethode auf die Bewegungen des Protoplasmas der Pflanzenzellen. Flora 1881 Nr. 1 und 2.

2) Auszug eines in der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin gehaltenen Vortrages. Die ausführliche Arbeit wird in E. du Bois-Reymond's Archiv für Physiogie veröffentlicht werden.

Luftzufuhr und gehöriger Belichtung in filtrirtem Wasser leben können. Ehe aber dieser Frage näher getreten werden kann, muss erst die andere, zunächst wichtigere entschieden werden: Sind die bei Tieren vorkommenden „Chlorophyllkörper" wirklich von den Tieren selbst erzeugt, entsprechen sie morphologisch den Chlorophyllkörpern der Pflanzen, oder hat man es mit einzelligen pflanzlichen Organismen zu thun, die im Tiere schmarotzen? Es galt also zu entscheiden, ob die grünen Körper der Tiere Teile von Zellen oder selbst Zellen sind, ob sie morphologisch und physiologisch abhängig oder unabhängig sind von den Zellen, in denen sie vorkommen.

Die morphologische Untersuchung wurde an Hydren, Spongillen, einer Planarie und zahlreichen Infusorien (*Stentor*, *Paramaecium*, *Stylonychia* und verschiedenen Vorticellinen) vorgenommen, und zwar in der Weise, dass die grünen Körper durch Quetschen aus den Tieren isolirt und dann mit starken Vergrößerungen untersucht wurden. Alle an den verschiedensten Objekten angestellten Untersuchungen ergaben nun bezüglich des Baues der grünen Körper ein vollkommen übereinstimmendes Resultat: Die grünen Körper sind nicht wie die Chlorophyllkörper der Pflanzen gleichmäßig und vollständig grün, sondern besitzen neben der grün gefärbten Masse auch farbstofffreies Protoplasma. In sämmtlichen grünen Körpern konnte durch Behandlung mit Haematoxylin ein Zellkern mit voller Bestimmtheit nachgewiesen werden Entweder wurden die grünen Körper zunächst mit Chromsäure ($^1/_5$ %) oder Ueberosmiumsäure (1 %) abgetötet, dann durch Alkohol möglichst vom Chlorophyll befreit und schließlich mit Haematoxylinlösung behandelt, — oder aber sie wurden lebend mit Haematoxylin gefärbt, dann durch Alkohol abgetötet und von dem grünen Farbstoff gereinigt. Stets war das Resultat das nämliche. Wenn pflanzliche Chlorophyllkörper einer derartigen Behandlungsweise unterworfen wurden, ließ sich niemals, bei den grünen Körpern der Tiere dagegen immer mindestens ein violett gefärbtes Korn erkennen. Waren statt eines Kerns mehrere in einem grünen Körper vorhanden, so ließen sich stets auch mehrere Chlorophyllkörper nachweisen. Die Formen mit 2—6 Kernen und ebenso vielen Chlorophyllkörpern sind wol ungezwungen als Teilungszustände zu deuten. Während der Zellkern in lebenden grünen Körpern wegen seines geringen Lichtbrechungsvermögens nicht zu erkennen ist, sieht man das oft vorhandene Stärkekorn sehr deutlich. Die chemische Beschaffenheit des letztern wird durch Blaufärbung mit Jod leicht nachgewiesen. Eine Cellulosemembran konnte nur in einigen Fällen durch Behandlung mit Jod und Schwefelsäure deutlich gemacht werden.

Die grünen Körper der Tiere entsprechen also in morphologischer Hinsicht durchaus nicht den Chlorophyllkörpern der Algen, sondern sind selbstständige Organismen, einzellige Algen. Ich lege der bei den

genannten Tieren vorkommenden grünen Alge den Namen Zoochlorella bei und unterscheide zwei morphologisch und physiologisch verschiedene Arten. Die bei Radiolarien, Actinien u. s. w. vorkommenden gelben Zellen, die unter ähnlichen Bedingungen leben wie die grünen Zellen, bezeichne ich mit dem entsprechenden Gattungsnamen Zooxanthella.

Außer der morphologischen Selbstständigkeit der grünen Körper war aber noch die physiologische Unabhängigkeit derselben zu beweisen. Zu dem Zwecke wurde zunächst an isolirten Zoochlorellen von Spongillen, Hydren und Infusorien untersucht, ob sie in freiem Zustande weiter zu leben vermögen. In allen Fällen zeigte sich, dass die grünen Zellen nach dem Tode der Tiere, in denen sie vorkommen, keineswegs zu Grunde gehen, sondern tage- und selbst wochenlang weiter leben. Ihr lebensfrisches Aussehen, vor allem aber das Auftreten von Stärkekörnern bei genügender Belichtung zeigen, dass sie auch in isolirtem Zustande funktionsfähig sind.

Endlich gelang auch noch der Nachweis, dass chlorophyllfreie Tiere durch Fressen chlorophyllführender Tiere mit grünen Körpern inficirt werden können. Infusorien, die vollkommen frei von Algen waren, nahmen die grünen Körper einer zu Grunde gegangnen Hydra auf und behielten sie dauernd bei sich.

Aus den mitgeteilten Untersuchungen geht hervor, dass selbstgebildetes Chlorophyll bei echten Tieren fehlt. Wenn Chlorophyll bei Tieren sich findet, so verdankt es auch eingewanderten Pflanzen, die ihre morphologische und physiologische Selbstständigkeit vollkommen bewahren, sein Dasein.

Das interessanteste Ergebniss der Untersuchungen besteht aber in der Beantwortung der Frage nach der Bedeutung der grünen und gelben Algen für die Tiere, in denen sie vorkommen. Um dieser Frage näher zu treten, wurden zunächst Radiolarienkolonien, welche zahlreiche gelbe Zellen enthielten, in filtrirtes Meerwasser gesetzt. Sie lebten nicht allein darin fort, sondern blieben sogar noch weit länger am Leben als die Exemplare, die mit anderen Organismen zusammen geblieben waren. Da nun die Radiolarien als echte Tiere vollkommen außer Stande sind, sich anders als von organischen Stoffen zu ernähren, da aber andererseits ihnen nur Luft und Wasser zur Verfügung standen, so können sie nur dadurch am Leben erhalten sein, dass die in ihnen lebenden gelben Zellen die dargebotenen anorganischen Stoffe bei Gegenwart des Lichts zu organischen verarbeiteten. Weitere Versuche ergaben, dass auch die grünen Süßwasserschwämme am besten in filtrirtem Wasser zu züchten sind. Selbst wenn sie täglich in frisch filtrirtes Flusswasser gesetzt wurden, war ihr Gedeihen ein vorzügliches. Hiermit ist bewiesen, dass die Zooxanthellen und Zoochlorellen die Tiere, in welchen sie leben, vollkommen am Leben erhalten. So lange die Tiere wenig oder gar keine grünen

oder gelben Algen enthalten, ernähren sie sich wie echte Tiere durch Aufnahme fester organischer Stoffe; sobald sie aber genügende Mengen von Algen enthalten, ernähren sie sich wie echte Pflanzen durch Assimilation von anorganischen Stoffen. In dem letztern Falle funktioniren die in den Tieren lebenden Algen vollkommen wie die Chlorophyllkörper der Pflanzen.

Aehnlich mit diesem Zusammenleben von Algen mit Tieren, und doch verschieden davon, ist die von Schwendener und Borret entdeckte Vergesellschaftung von Algen und Pilzen zu den sogenannten Flechten. Wie bei den Flechten der Pilz, so schmarotzt bei den Phytozoen [1]) das Tier auf der Alge. Die Alge liefert durch Assimilation anorganischer Stoffe, bei deren Zuführung ihr Schmarotzer (Pilz oder Tier) behilflich ist, das gesammte Ernährungsmaterial. In beiden Fällen lassen sich die Pilze bezw. Tiere vollkommen von den Algen, mit denen sie zusammenleben, ernähren. Während aber die Pilze auf ein derartiges Schmarotzertum unbedingt angewiesen sind und ein unabhängiges Leben gar nicht führen können, sind die Tiere selbstständige Organismen, die sonst eine vollkommen unabhängige Lebensweise führen. Aus diesem Grunde müssen bei den Flechten immer erst die Algen vorhanden sein, ehe die Pilze sich ansiedeln können, während umgekehrt bei den Phytozoen die Tiere sich zunächst vollkommen ausbilden und dann erst die Algen in sich aufnehmen. Bei den Flechten entwickeln sich die Pilzsporen allmählich auf den Algen, die sie schon vorfinden, zu umfangreichen Mycelien; bei den Phytozoen dagegen nisten sich die Algen in bereits vollkommen ausgebildeten Tieren ein. Bei den Flechten sind die Pilze sowol in morphologischer als auch in physiologischer Hinsicht die Parasiten, während bei den Phytozoen in morphologischer Hinsicht die Algen, in physiologischer die Tiere die Schmarotzer sind. Es ist das der denkbar eigentümlichste Fall des Zusammenlebens zweier Organismen.

Zur Morphologie der Kopfniere der Teleostier.

Von Prof. **C. Emery** (Bologna).

In meiner Monographie des Fierasfer habe ich die Nieren dieses Fisches beschrieben, welche nach einem embryonalen Typus gebaut sind. Es besteht nämlich jederseits eine sehr kleine Kopfniere, die

1) Dieser Ausdruck „Pflanzentiere“ mag vorläufig die mit grünen oder gelben Algen versehenen Tiere bezeichnen. Ihrem ganzen Baue nach sind sie echte Tiere, in der Ernährungsweise verhalten sie sich wie echte Pflanzen.

aus wenigen convoluten Kanälchen zusammengesetzt ist und einen einzigen großen Glomerulus enthält. Ein einfaches Kanälchen setzt sich fast geradlinig und ohne jede Verzweigung von der Kopfniere bis ungefähr zum Ende der Schwimmblase der Wirbelsäule entlang nach hinten fort. Dort vereinigen sich die beiden Kanäle mit einander, eingebettet in eine hintere Nierenmasse, welche aus vielen feinen geschlängelten Tubulis und sehr kleinen Glomerulis besteht; aus ihr entspringt der unpaare Ureter. Die Kanäle, welche die Kopfniere bilden, sowie der Gang, welcher dieselbe mit der hinteren Niere verbindet, liegen in die von Balfour erwähnte lymphatische Masse eingebettet.

Bei ganz jungen Fierasfer-Larven existiren noch keine Glomeruli, sondern nur die beiden Vornierengänge, welche sich nach hinten vereinigen und wie gewöhnlich hinter dem After durch einen unpaaren Gang ausmünden. Bei einer 10 mm. langen Larve fand ich dieselbe Vorrichtung, nur dass die beiden Gänge an ihrem vordern Ende gewunden waren. Weitere Stadien zu untersuchen hatte ich keine Gelegenheit. Andere pelagische Teleostierlarven ergaben mir ähnliche Befunde.

Durch meine frühern Arbeiten auf die interessanten Verhältnisse der Teleostierniere aufmerksam geworden, begann ich seit meiner Uebersiedelung nach Bologna eine Reihe von Untersuchungen über diesen Gegenstand, welche leider wegen verschiedener ungünstiger Umstände bis jetzt nur zu ungenügenden Resultaten geführt haben. Bei jungen Atherina und Mugil, sowie bei Zoarces-Embryonen fand ich eine aus convoluten Röhren zusammengesetzte Kopfniere mit einem einzigen großen Glomerulus, welcher seine Arterie direkt von der Aorta bezog; von dieser Kopfniere begab sich der einfache Vornierengang nach einer hintern Nierenmasse. In der Gegend der Kopfniere drang von der Rückenseite eine kleinzellige Masse (das künftige lymphatische Gewebe der Niere) zwischen die Harnkanälchen ein, sodass dieselben darin später wie eingebettet erschienen. Andere Einzelheiten sowie die Verhältnisse zu den Hauptvenen zu schildern ist hier nicht der Ort.

Diese Larven und Embryonen bieten uns also im Wesentlichen dieselben Verhältnisse wie der erwachsene Fierasfer. Obschon ich bis jetzt keine lückenlose Entwicklungsreihe von einer Art besitze, so glaube ich doch ganz bestimmt behaupten zu dürfen, dass die embryonale Vorniere bei erwachsenen Teleostiern fortbestehen kann und in vielen Fällen wirklich fortbesteht. Die Struktur-Verhältnisse können sich aber beim Erwachsenen sehr mannigfaltig gestalten. Die lymphatische Masse kann die Ueberhand gewinnen und dann können die Harnkanälchen und der Glomerulus der Vorniere spurlos verschwinden; so z. B. bei *Uranoscopus scaber*. Dagegen fehlt bei *Merlucius esculentus* die hintere Niere; die sehr stark entwickelte Kopfniere enthält zahllose feine Harnkanälchen in der lymphatischen Masse ein-

gebettet und stellt für sich allein den ganzen Excretions-Apparat des Tieres vor.

Wie Balfour richtig bemerkt, hat Stannius die Strukturverhältnisse der Teleostierniere bereits erkannt und die in ihr enthaltene lymphatische Masse erwähnt. Auch andere kleine lymphatische Organe wurden von demselben hochverdienten Anatomen im Mesenterium der Fische gesehen; ich habe dieselben beim Fierasfer wiedergefunden und beschrieben.

J. Gaule, Die Cytozoen.

1) Ueber Würmchen, welche aus den Froschblutkörperchen auswandern. Von J. Gaule. Aus der physiologischen Anstalt in Leipzig. — Archiv für Physiologie, 1880, S. 57—64. 2) Die Beziehungen der Cytozoen (Würmchen) zu den Zellkernen. Von J. Gaule. Ebenda, 1881, S. 297—316. Taf. V. 3) Kerne, Nebenkerne und Cytozoen. Von J. Gaule. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1881. Nr. 31.

Die überraschenden Befunde, welche Gaule im vorigen Jahr unter dem ersten Titel mitteilte, mochten damals, eben wegen ihrer Neuheit und Seltsamkeit, Manchen zum Abwarten weiterer Bestätigung stimmen; sie mochten auch diejenigen, welche sich dann selbst am Präparat von dem Beschriebenen überzeugten, noch fragen lassen, ob es sich hier um Dinge handle, die für die Physiologie der Zelle von direktem Belang sind. Denn nach jener ersten und auch noch nach der zweiten Mitteilung des Verf. ließ sich annehmen, dass die betreffenden Dinge nicht während des normalen Lebens der Zellen, sondern stets erst während ihres Absterbens zur Erscheinung kämen. Nachdem aber die dritte Mitteilung den Nachweis antritt, dass sie auch in lebenden Geweben vorkommen, können sie nicht bald genug der Aufmerksamkeit aller histologischen Arbeiter empfohlen werden.

Gaule beschreibt in der ersten Abhandlung, wie in den roten Zellen des defibrinirten Froschbluts (*Rana esculenta*), bei Untersuchung in 0,6 proc. Kochsalzlösung unter 30—32 ° C., neben den Kernen längliche, an beiden Enden zugespitzte, bewegliche Körperchen auftreten — Würmchen, später Cytozoen von Gaule genannt —; wie sich dieselben aus der Substanz der Blutzelle herauswinden, indem sie letztere selbst nach sich schleppen können, und eine Zeit lang Bewegungen vollführen, um endlich zur Ruhe zu kommen, abzusterben und zu verschwinden. Ueber die Bedingungen des Phänomens gibt G. in der ersten, noch näher in der zweiten Abhandlung, nach sehr umfangreichen Versuchen genauere Auskunft (vergl. besonders 2., S. 303 ff.); wir heben hervor, dass das Experiment nicht bei allen Fröschen und nicht immer gleich leicht gelingt, die Disposition dafür nach der Jahreszeit, auch nach der Lokalität, der Größe und dem sonstigen Zustand der Tiere verschieden ist.

Gaule schließt bestimmt, dass die Cytozoen nicht im lebenden Blut praeformirt, und dass sie nicht Parasiten sind, unter besonderer Bezugnahme auf die Meinung Arndt's[1]), der sie für identisch mit Spirochaeten hielt. Nach Gaule sind sie als aus den Leibern der Zellen sich hervorbildende Substanzportionen zu betrachten.

Später fand der Verf. (2., S. 306 ff.), dass in Organen wie Milz, Leber, Knochenmark, die Cytozoen sich viel leichter und rascher aus den Blutzellen entwickeln, wie im Blut selbst. Namentlich betrifft dies die Milz, in deren Saft sie schon ohne Schütteln, ohne Heizung des Objekts, einfach bei Kochsalzzusatz beobachtet werden können. Gaule gelangt sogar zu der Ansicht, dass hier in der Milz die Blutzellen erst die Eigenschaft erhalten, die Cytozoen zu entwickeln. Sie zeigen sich aber hier nicht bloß in den Blutzellen, sondern auch in Milzzellen, ebenso in Leber- und Knochenmarkzellen.

Die eigentümliche Periodicität, von der oben die Rede war, ist der Art, dass die Zeit, wo die Cytozoen sich leicht und reichlich darstellen, mit der Periode zusammentrifft, wo der Frosch vom aufgespeicherten Nahrungsmaterial lebt und seine Geschlechtsprodukte bildet; und zwar liegt sie bei ältern, größern Fröschen (60—150 Gr.) nahe dem Anfang dieser Periode (Herbst), bei kleinern am Ende (Frühling), dabei dauert sie bei den größern länger als bei kleinern (Näheres 2., S. 303).

Während Gaule in der ersten Abhandlung noch vermuten konnte, dass es der Protoplasmakörper der Zelle sei, aus dem sich die Substanz des Cytozoon hervorbildet, ermittelte er im Folgenden engere Beziehungen derselben zu den Kernen; er schließt, dass sie sich aus der Substanz der letztern sondern. Einer der wesentlichen Versuche ist folgender (2., S. 312): Verdünnung des Bluts mit Kochsalzlösung, der eine Spur Gentianaviolett zugesetzt ist; nach 12—24 Stunden ist den Blutzellen der Farbstoff entzogen, Kern und Cytozoon haben sich mit Gentiana gefärbt, die Bilder (Fig. 1—12 a. a. O.) lassen annehmen, dass die Cytozoen sich als Substanzportionen der Kerne ausprägen.

Die letzten Arbeiten G.'s waren darauf gerichtet, zu untersuchen, ob die Cytozoen auch in Geweben des lebenden Tiers zu finden sind. Dazu wurde rascheste Fixation des lebenden Objekts (so: Hornhautepithel lebender Amphibien in situ) mit concentrirter wässriger Sublimatlösung, oder Salpetersäure von 3 Proc., mit nachfolgender Färbung angewendet. Es fanden sich vielfach, neben den Kernen in den Zellen Gebilde, die G. für sicher gleichwertig mit Cytozoen hält; sie erscheinen als kleinere „Nebenkerne", den Kernen verwandt in ihrem Tinctionsvermögen. Gaule findet sie bei solcher Untersuchung auch bei Tieren, wo in den überlebenden Präparaten vergeblich

1) Virchow's Arch. f. path. Anat. 83, S. 15.

nach Cytozoen gesucht wurde: *Rana temporaria, Triton cristatus* und *taeniatus*; und zwar, entsprechend der Größe der Zellen, bei letzterm Tier weit größer als beim Frosch. Auch bei Warmblütern hat der Verf. bereits derartige Dinge gesehen, die, soweit ihre Kleinheit erkennen ließ, den Cytozoen sehr ähnlich waren.

Bemerkenswert ist, dass beim Zerzupfen der frischen Froschmilz in Osmiumsäure nichts von Cytozoen in den Zellen zu sehen ist, sondern nur das gewöhnliche Bild: Kern und „körniges" Protoplasma. Wenn man aber den Cytozoen durch vorheriges Absterbenlassen des Objekts erst Gelegenheit zur Entwicklung gibt, so conservirt man sie dann durch Osmiumsäure ganz schön. Es bleibt, so schließt Gaule, deshalb keine andere Möglichkeit, als dass bei langsamem Absterben in Kochsalzlösung die Substanz der Zelle sich in andern Formelementen fixirt, als bei raschem Tode durch Härtungsmittel: dort in Protoplasma, Kern und Cytozoen, hier in Protoplasma und Kern allein. Dafür spreche auch das Bild des ganzen Auftretens der Cytozoen: „in demselben Moment erst, wo man letztere sieht, erscheint in der Zelle auch der Kern; vorher ist in der Zelle alles homogen"[1]).

Die bisher resultirende Ansicht Gaule's drückt sich besonders in den folgenden Sätzen aus: „In den Blut- und Milzpräparaten ist das massenhafte Auftreten der Cytozoen gewiss Folge des Absterbens, indem ein Teil der Zelle zu Grunde geht, während sich der andere um so lebhafter entwickelt, die Zelle überlebt und frei wird. Im lebenden Organismus dagegen ist das, was hier in kurzer Zeit sich vollzieht, über weite Zeiträume verteilt und es bilden sich hier nur so viel Cytozoen, als die Funktion erfordert."

W. Flemming (Kiel).

Th. v. Bischoff, Das Hirngewicht des Menschen. Bonn, 1880. 171 S. u. Tabellen.

Es ist nach dem Verf. eine sehr verbreitete und im Allgemeinen auch gewiss richtige Ansicht, dass zwischen der Größe und dem Gewicht des Gehirns eines Tieres oder Menschen einerseits und der

1) Angesichts des Ausdrucks: „Vorher ist in der Zelle Alles homogen" sieht sich Referent doch zu der Erinnerung veranlasst, dass es nur so erscheint. Dass man in vielen lebenden oder frisch untersuchten Zellen die Kerne nicht deutlich sehen kann, ist oft bemerkt und hat z. B. früher Moleschott, und kürzlich wieder Arndt dazu geführt an der lebendigen Existenz der Kerne in den roten Blutzellen des Frosches zu zweifeln. Aber im lebenden und intakten Gewebe der Salamanderlarve sind die Kerne deutlich abgegrenzt erkennbar, und zeigen dieselben Formcharaktere, wie nach Reagentienbehandlung. Dies gilt auch für rote Blutzellen in Gefäßen.

psychischen Befähigung und Leistung andrerseits ein bestimmter Zusammenhang bestehe.

Diese These ist der Grund des Interesses, welches in weitern Kreisen Studien wie der vorliegenden entgegengebracht zu werden pflegt. Sie leuchtet von selbst ein, wenn man große Säugetiere mit dem Menschen vergleicht:

Mensch	1400	g.	Gehirngewicht
Pferd	600—680	„	„
Rind	400—500	„	„
Tiger	290	„	„
Löwe	200—250	„	„

Sehen wir zu, wie es mit den sonstigen Tatsachen bestellt ist.

Man pflegte früher einige geistig hervorragende Männer anzuführen, deren Gehirngewicht zufällig bekannt geworden war. Während das durchschnittliche Gewicht bei Männern nach dem Verf. 1306 g. beträgt, sollen Cromwell, Byron und Cuvier Gehirne von resp. 2238, 2233 und 1829 g. besessen haben. Unglücklicherweise ist es in Betreff der ersteren Originalangaben nicht sicher bekannt, nach welchem Gewicht eigentlich gewogen wurde. Im Gegensatz dazu fand Bischoff die schwersten Gewichte seiner Tabellen mit 1650, 1678, 1770, 1925 g. bei gewöhnlichen Arbeitern und die Gehirne von Liebig, Tiedemann und Harless nur 1352, 1254, 1238 g. schwer. Hier handelt es sich um Chemiker, Anatomen, Physiologen ersten Ranges, aber auch z. B. der Historiker Fallmerayer kommt mit 1349 nicht besser weg und der berühmte Philologe Hermann zeigte nach R. Wagner nur 1358 Gehirngewicht. Das schwerste bis jetzt mit Sicherheit bekannte Gehirn wurde nach dem Verf. von Rudolphi im Jahre 1819 bei einem ganz unbekannten Manne, Namens Rustan, zu 2222 g. gewogen. Man könnte nun zunächst vermuten, dass es nicht sowol auf das Gewicht, als auf andere Eigenschaften des Gehirns ankomme. In erster Linie würden hierbei die Gyri oder Großhirnwindungen in Betracht zu ziehen sein. Nach dieser Rücksicht ist von H. Wagner (1864) die Oberflächen-Entfaltung einiger Gehirne d. h. diejenige Anzahl von Quadratcentimetern Oberfläche der Großhirnhemisphären berechnet worden, welche auf 1 g. Gewicht des Gesammthirns kommt. Für den berühmten Mathematiker Gauss wurden 2196 qcm., für den Kliniker Fuchs 2210, für einen Arbeiter 1877, für eine Arbeiterfrau 2041 qcm. Gesamtoberfläche gefunden, für jenen Quotienten aber: 2,80; 2,81; 2,66; 3,04 und für einen jungen Orang-Utan sogar 3,48 qcm. Oberflächenentfaltung. Dieses auffallende Resultat erklärt sich jedoch sehr einfach, wenn man berücksichtigt, dass die Faltungen der Großhirnoberfläche, durch welche die Gyri entstehen, auf einer Wachstumsdifferenz zwischen Großhirn und Schädelkapsel beruhen. Wächst letztere zu langsam, so muss die Wandung der embryonalen Großhirnbläschen sich falten. Am deutlichsten zeigt sich dies an der ver-

schiedenen Verlaufsrichtung der Windungen bei Dolichocephalen und Brachycephalen, sowie am Cerebellum, worauf Wundt und Ludwig Meyer aufmerksam gemacht haben. Ein windungsreiches Gehirn kann z. B. bei Tieren folglich eben so wol von einem Zurückbleiben der Schädelkapsel als von einem vermehrten Wachstum des Gehirns abhängen. Dies versteht sich zwar eigentlich von selbst, wird aber trotzdem nur zu häufig übersehen.

Die Anzahl der Ganglienzellen in der Großhirnrinde ist von Meynert (1867) auf 600 Millionen, vom Ref. (1879) auf zwei Milliarden geschätzt. Man könnte die Erklärung für diese Differenz in individuellen Verschiedenheiten suchen oder etwa annehmen wollen, dem Wiener Psychiater seien vorzugsweise Gehirne wenig intelligenter Geisteskranker oder vielleicht von Leuten, denen jede Schulbildung mangelte, in die Hände gekommen, während Ref. mit pfiffigen Bauernköpfen zu tun gehabt haben möge, an denen es in Norddeutschland nicht fehlt.

Dieser Erklärungsversuch trifft jedoch nicht zu. Vielmehr handelt es sich einfach um feinere Schnitte, die etwas starke Vergrößerung gestatten. Vergrößert man schwächer, so sehen viele kleine Zellen unregelmäßig eckig aus; man kann sie daher für sternförmige Bindegewebszellen halten; erst mit bessern optischen Hülfsmitteln erkennt man die tetraëderförmige Gestalt, welche diese Ganglienzellen charakterisirt.

Die Sachen sind also offenbar nicht so einfach und es bleibt übrig, zunächst die verschiedenen Verhältnisse zu untersuchen, welche auf das Gehirngewicht influiren. Es sei denn, man wolle sich mit der empirischen Tatsache zufrieden geben, dass das individuelle Hirngewicht zwischen etwa 1000—2000 g. schwankt. Gestützt auf ein Material von 906 Gehirnen hat der Verf. diese Untersuchungen nach allen Richtungen hin ausgedehnt.

1. Das Geschlecht. Wie bekannt ist das männliche Gehirn schwerer, nicht nur absolut, sondern auch im Verhältniss zum Körpergewicht. Die Differenz zwischen männlichem und weiblichem Gehirn beträgt nach dem Verf. im Durchschnitt 8—9% (S. 22) des erstern, zufolge einer spätern Angabe (S. 153) dagegen 10,5%, während Boyd 10,7% gefunden hatte. C. Krause ermittelte bei Männern durchschnittlich 1432 g. = $^1/_{43}$ Körpergewicht, bei Frauen 1315 g. = $^1/_{40}$ Körpergewicht. — Der Verf. fand dafür 1362 g. resp. $^1/_{37}$ und 1219 g. resp. $^1/_{35}$. Indess erscheint das absolute Körpergewicht bei Bischoff weit niedriger (vergl. unten), so dass das Gehirn einen relativ größern Teil des erstern ausmacht. — Die Angaben von Calori (1871) lauten auf 1 : 46—50 bei Männern, auf 1 : 44—48 bei Frauen; dagegen fand Reid (1843) 1 : 37,5 resp. 1 : 35.

In einer frühern Polemik gegen die Zulassung des weiblichen Geschlechts zum Studium der Medizin hatte sich der Verf. auch nebenbei auf das geringere Gehirngewicht des Weibes berufen. Hierbei

mag ihm Aehnliches entgegnet sein, wie jener Backfisch äußerte: danach scheine es beim Gehirn doch mehr auf die Qualität als auf die Quantität anzukommen. Niemand wird etwas dagegen haben, wenn ein weiblicher Doktor wie die Frau Dorothea Erxleben (beiläufig bemerkt die Ur-Urgroßmutter sowol von Schwalbe in Königsberg als dem Ref.) als seltene Ausnahme noch studirt und 1754 auf speziellen Kabinetsbefehl Friedrich des Großen zugelassen, in elegantem Latein ihre Promotionsrede hält. Das ist eben Ausnahme; im Allgemeinen erscheint jedoch die Frau für Ausführung blutiger Operationen, Vivisektionen, Autopsien etc. weniger geeignet, von der Klippe mathematischer Vorbildung ganz abgesehen. Zweckmäßiger könnten die Damen schöne mikroskopische Präparate anfertigen, die für den Handel geeignet sind. Verf. dürfte in dieser Sache wol Recht behalten. — Was, beiläufig bemerkt, die augenblicklich moderne Vivisektionsangelegenheit betrifft, so erscheint es historisch nicht uninteressant, dass diese Frage gerade dann auftauchte, als Einige anfingen, Gehirnfunktionen auf dem Wege des Experiments in bestimmten Hirnwindungen lokalisiren zu wollen.

2. Die Körpergröße. Nach Marshall (1875) ergibt sich für Statturunterschiede von 179 Mm. bei Engländern eine Zunahme von 78 g., bei Engländerinnen von 35 g. auf 152 Mm., also auf 1 cm. durchschnittlich von je 4,4 resp. 2,3 g. — Verf. fand für 390 Männer und 266 Frauen die Zunahme für die ersteren zu 1,9 g., für die letzteren zu 1,2 Gr. auf 1 cm. (im Durchschnitt, Ref.).

Was das Körpergewicht anlangt, so sah Verf. dasselbe um 40 kg. schwanken mit einer ungefähren Zunahme des Hirngewichts von 1,8 g. für jedes kg. bei Männern und 2,7 bei Frauen. Jene enormen Schwankungen zwischen 20—70 kg. zeigen sofort an, dass pathologische Veränderungen zu Grunde liegen (Ref. — vergl. unten).

Uebrigens sinkt selbstverständlich das Gehirngewicht nicht proportional, sondern weniger rasch als das Körpergewicht und dasselbe gilt für die Körpergröße.

3. Das Alter. Mit dem Lebensalter nimmt schon nach ältern Angaben das absolute Hirngewicht ab, nämlich nach Engel (1863) vom 40., nach Reid (1843) namentlich vom 60. Jahre ab. Boyd (1861) fand im Durchschnitt von 2086 Hospitalleichen in g.:

Alter	Männer	Frauen
20—40	1363	1230
40—70	1337	1216
70—90	1292	1151

Dagegen Bischoff bei 529 Männern und 322 Frauen in g.:

Alter	Männer	Frauen
20—40	1375	1233
40—70	1363	1208
70—90	1279	1121

Man sieht, dass diese Mittelzahlen hinlänglich übereinstimmen. Nach Welcker (1862) sinkt im höhern Lebensalter das Gehirn auch an relativem Gewicht in Bezug auf den Schädelbinnenraum, also an spezifischem Gewicht, wenn man nicht die Substanz selbst, sondern das ganze Gehirn incl. der Gehirnhäute, Cerebrospinalflüssigkeit u. s. w. ins Auge fasst.

4. Das spezifische Gewicht. Davis hatte im Mittel 1,040 angenommen; Verf. zieht die Mittelzahl 1,0385 vor, fand aber Schwankungen von 1,030—1,0437 bei Männern, 1,0305—1,0478 bei Frauen. Aitken (1860) hatte die graue Substanz zu 1,030—1,035, im Mittel zu 1,032 bestimmt, die weiße Substanz zu 1,028—1,038, im Mittel zu 1,034. Ref. fand mit G. Fischer (1865) die analogen Werte zu 1,0278—1,0332, im Mittel 1,0313 resp. 1,0327—1,0382, im Mittel 1,0363. Man darf nicht vergessen, dass die letzteren Bestimmungen die Pia mater nicht mitumfassen, welche schon wegen ihres Blutgehaltes spezifisch viel schwerer ist als die Gehirnsubstanz.

5. Die Race oder Nationalität. Seit Tiedemann (1836) ein Negerhirn nur 812 g. schwer fand, was Bischoff freilich in 1148 g. korrigirt, glaubte wol Jeder, dass Intelligenz und Gehirngewicht auch bei den Nationen Hand in Hand gingen. Wenn nun z. B. das Gehirn bei Hannoveranern zu 1432 von C. Krause, dasjenige von Deutsch-Oesterreichern zu 1265 g. von Weisbach, und dasjenige von Bayern zu 1362 g. von Bischoff angegeben ward, so liegt auf der Hand, dass die Sache doch komplizirter sein muss, als sie aussieht, was durch einen Blick auf die bunte Reihenfolge der folgenden vom Ref. zusammengeordneten Tabelle sofort bestätigt wird. (S. folg. Seite.)

Man kann nicht eine zu geringe Anzahl von Wägungen als Grund der Differenzen, welche zwischen verschiedenen deutschen Volksstämmen zufolge der Tabelle gefunden sind, verantwortlich machen, was der Verf. versucht hat. Diese Annahme würde weder erklären, warum die Differenz zwischen männlichen und weiblichen Gehirnen nahezu dieselbe bleibt, noch wesshalb Arnold (1851) ganz unabhängig sehr nahe dieselben Ziffern erhielt wie C. Krause (1843). Letzteres ist freilich nur dann der Fall, wenn man annimmt, dass Arnold Nürnberger Medizinalgewicht benutzte, anstatt des Preußischen, welches gewöhnlich ohne Weiteres unter diesem Ausdruck verstanden wird. Nach preußischem Gewicht würden nämlich Arnold's Ziffern (48 resp. 44 Unzen) etwa 1402 und 1285 g. entsprechen. Auch die Annahme Bischoff's, dass es sich bei Arnold um badische Gehirne gehandelt habe, scheint nicht ganz sicher; wenigstens datirte Arnold seine Vorrede aus Tübingen.

Man sieht wiederum an diesem Beispiel, was der Verf. an englischen Gehirnwägungen noch drastischer illustrirt, wie notwendig es ist, sich des Metermaßes zu bedienen, womit die Engländer jetzt übrigens beginnen. Sonst ist zu der Tabelle noch zu bemerken, dass die

Hirngewichte bei verschiedenen Nationen in g.

Volksstamm	Männer	Frauen	Zahl der Gehirne M.	Zahl der Gehirne W.	Beobachter	Bemerkungen.
Schotten	1482		9		Reid	Gesunde
Hannoveraner	1432	1345			C. Krause	
Badenser	1431	1312			Arnold	
Badenser	1412	1246	40	12	Tiedemann	Ohne Pia mater
Chinesen	1428	1290	11	5	Clapham	Kulis
Schotten	1423	1273	129	66	Peacock	Hospitalleichen
Deutsche	1424				Huschke	
Schotten	1424	1262	53	34	Reid	Hospitalleichen
Engländer	1422				Huschke	
Engländer	1412	1292	11	5	Sims	
Pelew-Insulaner	1404		4		Clapham	
Engländer	1400	1250			Quain	
Franzosen	1381		50		Bischoff	Kriegsgefangene
Hannoveraner	1372	1272			Bergmann	Geisteskranke
Turcos	1366		9		Bischoff	Kriegsgefangene
Deutschösterreicher	1365				Weisbach	Ohne Pia. Hospitalleichen von Soldaten
Bayern	1362	1219	559	347	Bischoff	Hospitalleichen
Franzosen	1358	1286	16	16	Sappey	
Sachsen	1358	1230	40	22	Huschke	
Schweizer	1350	1250	68	45	Hoffmann	Hospitalleichen
Russen	1346	1195	36	8	Blosfeld	In Kasan
Nord-Italiener	1334				Weisbach	Oesterreichische Soldaten
Engländer	1333	1197	31	52	Clendinning	Ohne Pia. Hospitalleichen
Engländer	1325	1183	656	667	Boyd	Hospitalleichen
Russen	1325	1237	84	16	Dieberg	In Kasan
Franzosen	1323	1210	159	129	Parchappe	Geisteskranke
Slaven	1321				Weisbach	Oesterreichische Soldaten
Franzosen	1320				Lelut	
Franzosen	1320 bis 1333				Huschke	
Lithauer	1319				Peacock	
Schotten	1309	1190			Hamilton	
Magyaren	1296				Weisbach	Oesterreichische Soldaten
Oesterreicher	1296	1170	102	55	Meynert	
Franzosen	1287	1217	16	16	Parisot	
Deutsch-Oestreicher	1265	1112	151	92	Weisbach	Ohne Pia. Hospitalleichen
Neger	1232	1267	8	2	Bischoff	
Hindus	1006 bis 1176				Huschke	

angegebenen Beobachter zuweilen nicht selbst gewogen, sondern die betreffenden Zahlen nur mitgeteilt haben, und dass die letzteren nicht immer ohne weiteres vergleichsfähig sind. Einige haben die Pia mater und Arachnoidea vor dem Wägen entfernt, deren Gesammtgewicht nach Bischoff auf 25—40 g., nach Marshall auf 22 g., nach Huschke auf 50—60 g., nach Weisbach zu 32—72 g. zu schätzen ist. In den letztern höhern Ziffern sind jedoch ausfließendes Blut u. s. w. und die Plexus chorioidei mitenthalten. Unter Berücksichtigung einer andern Notiz Bischoff's sind in der Tabelle 30 Gr. für die Entfernung der *Pia* angenommen und die nach absteigendem Gewicht geordneten Angaben danach an der betreffenden Stelle eingereiht worden (z. B. Weisbach). Reid und wie es scheint ebenso Peacock entfernten ferner die Cerebrospinalflüssigkeit auch aus den Ventrikeln sehr sorgfältig. Deren Gewicht nahmen Cotugno zu 125—156, Magendie und Longet zu 62—372, Welcker zu 64, Bischoff zu 41—103 g. an.

Blutgehalt des Gehirns. Wie man sieht, würde ein Verlust von Cerebrospinalflüssigkeit beim Wägen Fehler herbeiführen. Aber selbst wenn ersterer vermieden würde, geht nun mit der Vermehrung derselben eine Verminderung des Blutgehalts und dadurch bedingte beträchtliche Gewichtsabnahme des Gehirns Hand in Hand.

Hierbei kommt es darauf an, was man eigentlich untersuchen will. Studirt man den Einfluss des Geschlechts, des Alters, der Körpergröße, des Körpergewichts auf das Gehirngewicht, so sind die zahlreichen und sorgfältigen Wägungen des Verf.'s nicht nur unter einander ohne weiteres vergleichbar, sondern vermöge ihrer Anzahl und Genauigkeit auch geeignet, alle jene Differenzen in Zahlen auszudrücken, wie im Obigen detaillirt gezeigt wurde.

Etwas Anderes ist es, wenn man das Gehirngewicht mit demjenigen anderer Organe wie z. B. der Leber vergleichen will. Die betreffenden Angaben sind für praktische Zwecke unentbehrlich und desshalb in den meisten anatomischen Lehrbüchern enthalten. Alsdann will man nicht etwa wissen, wie groß das Durchschnittsgewicht eines Organs bei allen Menschen ist, die überhaupt sterben, sondern wie es sich bei Gesunden herausstellt.

Vergleicht man aber Racen oder Nationalitäten, so ist die Vorbedingung, dass sowol die Methode als das Untersuchungsmaterial in den verschiedenen Ländern gleichartig sei.

Diese Forderungen werden nun in der obigen Tabelle keineswegs erfüllt. Wie gesagt fanden für Männer Bischoff 1362 g. in Bayern, Arnold 1431 g. in Baden oder Würtemberg und C. Krause 1432 g. in Hannover.

Dies erklärt sich nicht aus verschiedener Körpergröße der untersuchten Bevölkerung. Auf 1 cm. Differenz würden nach Marshall 2,3—4,4 g., nach Bischoff's Angaben nur 1,2—2 g. (Ref.) Ge-

wichtsunterschied des Gehirns kommen. Da nun die Körperlänge vom Verf. zu 166 Cm. bei Männern und 154 bei Frauen gemessen wurde, so würde im Gegensatz zu C. Krause's Resultaten (173 : 160 cm.) eine wahrscheinlich zu erwartende Differenz von höchstens 22 g. für Männer, 14 g. für Frauen resultiren. Das mag von Einfluss sein; beträchtlicher ist dagegen die Differenz in Bezug auf das Körpergewicht der von Bischoff benutzten Leichen. Dies waren Hospitalleichen und solche von Sträflingen, die in beiden Fällen in ihrer Ernährung wol um so mehr heruntergekommen waren, je chronischer ihre letzte Erkrankung verlaufen war. C. Krause und ohne Zweifel auch Arnold, sowie Reid (Nr. 1 der Tabelle) untersuchten hingegen Gesunde, vorzugsweise Selbstmörder, die jetzt nicht mehr auf die anatomischen Anstalten geliefert zu werden pflegen. Daher fand Bischoff das Körpergewicht seiner Bayern nur zu 49,5 kg. für Männer und 42,7 kg. für Frauen, während C. Krause bei Hannoveranern 64 resp. 52 kg. erhalten hatte und Bischoff selbst (S. 28) für gesunde bayerische Männer eine Durchschnittsziffer von 59—62 kg. registrirt. — Betrachtet man andrerseits die letzten 50 Fälle der II. Bischoff'schen Tabelle für sich allein, weil dies die Männer mit dem höchsten Körpergewicht, also mutmaßlich die durch Krankheit am wenigsten heruntergekommenen waren, so ergibt sich folgendes Resultat. Bei einem Körpergewicht von 70 kg. fast genau 1404 g. Hirngewicht (C. Krause hatte, wie gesagt, 64 kg. und 1432 g. im Mittel erhalten). Dabei ist noch hervorzuheben, dass unter den Todesursachen in der II. Tabelle bei sehr hohem Körpergewicht die (allgemeine) Wassersucht 13mal unter 50 Fällen vertreten ist. Jedoch ließ sich bei der Frauentabelle eine analoge Gruppirung nicht ausfindig machen.

Ob die Ernährung des Gehirns während des Verlaufs chronischer Krankheiten derart zu leiden pflegt, dass sein spezifisches oder absolutes Gewicht abnimmt, ist zweifelhaft (s. des Ref. Nachträge zum Handb. der allgemeinen Anat. 1881. S. 9). Es ließe sich für solche Schwankungen das auffallend geringe Gehirngewicht (1272 g.) aufführen, welches der Verf. bei 16 hingerichteten Raubmördern gefunden hat, deren Ernährungszustand während längerer Untersuchungshaft zu leiden pflegt. Sicher ist dagegen, dass Aenderungen eintreten, wenn der Blutgehalt sich ändert. Die Schädelkapsel ist geschlossen: vermehrt sich die Cerebrospinalflüssigkeit, wie es bei Hospitalleichen gewöhnlich der Fall ist, so muss entweder Blut verdrängt werden oder die Gehirnsubstanz an Volumen abnehmen. Die direkte Prüfung ergibt, dass ersterer Vorgang an Intensität überwiegt. Die Anfänger im Seciren muss man bekanntlich besonders ermahnen, nicht ein Gehirn mit normalem Blutgehalt für hyperämisch erklären zu wollen, weil das Durchschnittsbild der secirten Gehirne, auf welchem das pathologische Urtheil zu beruhen hat, in der Erinnerung einen sehr

anämischen Eindruck zu hinterlassen pflegt. Nun beträgt der Blutgehalt des Gehirns etwa $^1/_{15}$ seines Gewichts (Ref. l. c. Bd. II S. 725); das Gehirn erhält vielleicht $^1/_{10}$ allen Blutes, das durch die Aorta descendens geht, während das Gehirngewicht nur $^1/_{40}$ vom Körpergewicht ausmacht. Diese Bevorzugung des Gehirns resultirt aus dem Kaliber der vier großen Gehirnarterien: Aa. carotides internae und vertebrales. Ferner betragen die spezifischen Gewichte des Blutes etwa 1,06, des Gehirns 1,039, der Cerebrospinalflüssigkeit vielleicht 1,005. Dasjenige der letztern scheint zwar noch nicht direkt bestimmt worden zu sein; da aber der Wassergehalt (98,6%) der Cerebrospinalflüssigkeit demjenigen des Humor aqueus ungefähr gleichkommt und letzterer 1,0053 spezifisches Gewicht aufweist, so darf man dasselbe auch der Cerebrospinalflüssigkeit zuschreiben. Bei gar nicht übertrieben angenommenen Zahlenwerten kann man doch leicht eine Differenz von 80 g. zu Ungunsten der Bischoff'schen Hospitalleichen herausrechnen, wodurch eine hinlängliche Harmonie mit den sonstigen Bestimmungen an gesunden Deutschen herbeigeführt wird.

Der Hergang ist mithin folgender. Vermöge chronischer Krankheiten tritt Anämie oder Hydrämie ein, die Cerebrospinalflüssigkeit vermehrt sich und verdrängt einen Teil des Blutes aus dem Gehirn. Dies würde für sich allein schon eine Gewichtsabnahme bedingen, weil das Blut spezifisch schwerer ist, dazu kommt aber noch, dass die Cerebrospinalflüssigkeit bei der Herausnahme des Gehirns teilweise aussickert.

Schädelcapacität. Anscheinend würde man diesen Schwierigkeiten in Betreff der Cerebrospinalflüssigkeit etc. wenigstens in der Racen-Anatomie aus dem Wege gehen können, wenn man nicht das Gehirngewicht, sondern die Schädelcapacität untersuchte (vergl. jedoch oben: Alter). Davis hat diesen Weg wie früher schon Tiedemann und Morton beschritten, während Welcker des Schädelumfangs zu diesem Zweck sich bedienen wollte. Tiedemann benutzte Hirse, Morton und Broca Schrotkörner, Davis und Busk trockenen Meeressand von Calais, Rüdinger und Bischoff Kanariensamen, Marshall u. A. Wasser. Aber Bischoff fand, dass die von Davis zu 15% angenommene Differenz zwischen Hirnvolumen (Hirngewicht) und Schädelcapacität am frischen Schädel von 6—20%, am trockenen Schädel von 2—20% schwankt; im Mittel beträgt sie für Männer 13,5 resp. 11,9, für Frauen 9,8 resp. 8,8% bei ca. 40 Messungen im Ganzen.

Nach dieser Kritik hat die folgende auf den Schädelbinnenraum gegründete Tabelle von Davis ihren Wert größtenteils verloren.

Hirngewicht verschiedener Nationen (in g.), aus der Schädelcapacität berechnet.

Engländer, Deutsche etc.	1400 1499

Schweden	1392
Spanier	1369
Italiener	1367
Franzosen	1338
Altschotten	1227
Zigeuner	1245

In Betreff der Angaben über Gehirne von Kindern, Verbrechern, Tieren, Gewicht einzelner Hirnteile u. s. w. muss auf das Original verwiesen werden. Dagegen sind noch einige spezielle Angaben des Verf.'s hier zu erwähnen.

Der Verlust, welchen ein Gehirn durch längeres Liegen in Alkohol erleidet, wird gewöhnlich auf 38% veranschlagt. An 19 Gehirnen, die bis zu 23 Jahren in Spiritus von 30—50° gelegen hatten, ermittelte der Verf. den Verlust zu 42% des schließlich noch vorhandenen Gewichts. Aber auffallender Weise verloren 4 Gehirne von Hingerichteten nur 28%, — offenbar weil sie ganz frisch in Alkohol gekommen waren (Ref.), während bei den übrigen der Verlust von 30—56% schwankte und im Mittel 47% betrug.

Das Gewicht des Rückenmarks hatte C. Krause bei Männern und Frauen zu 34—38 Gr. gefunden. Verf. ermittelte, freilich nur bei 4 Männern und 4 Frauen 28 Gr. und 26,4 Gr., resp. mit den Nervenwurzeln 48 und 39,8 Gr. Ohne die letzteren beträgt es 2% vom Gehirngewicht.

Das Cerebellum war von C. Krause bei beiden Geschlechtern ungefähr gleich, nämlich 169 g. schwer gefunden worden. Bischoff ermittelte bei 11 bayerischen Männern 176 g., bei 7 Frauen 156 g. im Durchschnitt; bei 49 französischen Soldaten ebenfalls 176 g., bei 7 Turcos 174 g. Das Verhältniss zwischen Groß- und Kleinhirngewicht differirt bei beiden Geschlechtern kaum um 0,1%. — Hierzu ist indessen zu bemerken (Ref.), dass es sich bei Bischoff um große Männer und daneben auffallend kleine Frauen handelt. Die Körpergröße beträgt nach C. Krause bei Niedersachsen im Mittel für Männer 173, für Frauen 162 cm. Bischoff fand in jenen 11 resp. 7 Fällen durchschnittlich 176 und 156 cm. Beim Rückenmark wurden umgekehrt kleine Männer untersucht: von 166,5 cm. Durchschnittsgröße bei 162 cm. Körperlänge der 4 Frauen. Endlich sind in den Bischoff'schen Zahlen für das kleine Gehirn auch die Vierhügel, Brücke und Medulla oblongata mitenthalten (S. 97).

Resumiren wir die augenblickliche wissenschaftliche Sachlage. Das absolute Hirngewicht des Menschen ist von mehreren Faktoren abhängig. Der Einfluss des Geschlechts (10% minus für das Weib), des Lebensalters, der Körpergröße, des Körpergewichts (Bischoff), des Blutgehalts, der Race, namentlich aber die Gewichtsabnahme als indirekte Folge (vermehrtes ausfließendes Serum) von chronischen

Krankheiten sind nach Ansicht des Ref. mit Sicherheit nachgewiesen. Wahrscheinlich ist auch ein Einfluss des Körpergewichts unabhängig von der Körperlänge und im Allgemeinen ein solcher der Intelligenz anzunehmen. — Die vorliegende Monographie hat das Verdienst, die genannten Einflüsse von Neuem und mit größerer Genauigkeit, als sie früher jemals erreicht wurde, klargestellt zu haben.

Was die Gehirnwindungen anlangt, so hatte Ref. (Handb. d. Anat. Bd. II. S. 815) die Sachlage speziell geprüft und war zu folgendem Schlusssatz gekommen. Die zahlreichsten Windungen sind zu erwarten bei geistvollen Deutschen von langer Statur mit relativ kleiner Hirnschädelkapsel.

Abgesehen von den oben registrirten kleinen Ausstellungen, an welchen das nicht immer nach Wunsch zu beschaffende Untersuchungsmaterial die Schuld trägt, kann Ref. nur die gründliche Durcharbeitung, die gefällige Darstellung eines an sich schwierigen Gegenstands, die sorgfältige Berücksichtigung der Fehlerquellen und vor Allem die Ausdehnung der eignen Untersuchungen des Verf.'s auf fast 1000 Gehirne desselben Volksstammes rühmend hervorheben. Die Monographie wird einen bleibenden Wert behalten und dieser ist um so mehr gesichert, weil in den 140 Seiten umfassenden Tabellen am Schlusse des Werks jedes benutzte Gehirn einzeln verzeichnet steht.

Nachtrag. — Zufolge einer freundlichen Mitteilung von Broesike an den Ref. ist der Schädel des im Jahre 1819 von Rudolphi untersuchten Mannes Namens Rustan, der ein 2222 g. schweres Gehirn, nach Bischoff das schwerste aller sicher bekannten besaß, im anatomischen Museum in Berlin noch vorhanden (Die anthropologischen Sammlungen Deutschlands. Berlin. I. T. 1881. S. 85). Wegen eines vorhandenen Defects konnte die Capacität des Schädels nur annähernd bestimmt werden; sie beträgt 2120—2150 ccm. Hieraus berechnet sich nach den früher erwähnten Bestimmungen von Davis und Bischoff in Betreff des spezifischen Gewichts (1,0385), sowie der Dura mater etc. (15%) ein absolutes Gewicht von 1871—1898 g. Ob die hierbei gemachten Annahmen richtig, ist freilich die Frage. — Auf dem Schädel steht: „Basis cranii maximi (viri nominis Rustan), cerebro $4^3/_4$ libras pendente." Im Uebrigen ist derselbe schwer, dick, seine Nähte mit Ausnahme des hintern Teils der Sutura sagittalis sind überall offen. Die Sutura frontalis erhalten. Verschiedene kleinere Schaltknochen. Die drei Processus clinoidei des Keilbeins durch starke Knochenbrücken verbunden. Das Hinterhauptsbein ist stark hervorragend, die Schädelinnenfläche stark hyperostotisch. Man kann hiernach sicher sein, dass es sich bei jenem Rustan um eine pathologische Hyperplasie und dadurch bedingtes abnormes Hirngewicht gehandelt hat (Ref.). **W. Krause** (Göttingen).

Lalesque, Etudes critiques et expérimentales sur la circulation pulmonaire.

Thèse inaugurale de la Faculté de Médecine de Paris 1881. Nr. 302. 196 S.

Lalesque hat eine vollständige Monographie des Lungenkreislaufs geliefert. Wir wollen die von ihm behandelten Punkte flüchtig skizziren und besonders bei den Experimenten verweilen, welche er unter Beteiligung von François Frank in Marey's Laboratorium angestellt hat.

Von anatomischer Bedeutung ist ein Experiment, welches geeignet ist die herrschende Ansicht über die Kommunikation der Bronchial- und Pulmonararterien umzustoßen. Unterbindet man nämlich eine Lungenarterie und injicirt dann in das Gefäßsystem Methylgrün oder Anilinblau u. dergl., so färbt sich das ganze Kreislaufsystem, der ganze Körper, das ganze Parenchym mit Ausnahme der Lunge, deren Arterie unterbunden ist. Diese Experimente sprechen gegen die Kuttner's und bestätigen die von Cohnheim und Litten; sie zeigen, dass von dem Bronchial- in das Lungensystem kein direkter Uebergang des Bluts stattfindet.

Um den Einfluss der Respirationsbewegungen auf den Blutlauf in den Lungen zu untersuchen, hat der Verf. die Methode des künstlichen Kreislaufs eingeschlagen, indem er durch eine ausgeschnittene Lunge defibrinirtes Blut oder Serum circuliren ließ. Registrirapparate, wie sie ähnlich von Marey in seinem Buche über die graphische Methode beschrieben sind, zeigen den Verbrauch an Blut an, sowie die zu den verschiedenen Zeiten des Experiments ein- und austretenden Blutmengen. Aus diesen Experimenten geht hervor, dass während der normalen Respiration der Blutfluss in der Lunge keinen Augenblick aufhört. Er schwankt jedoch in dem Sinn, dass er während der Inspiration beträchtlicher ist, während bei der Exspiration die Blutfüllung der Lunge abnimmt. Von Bedeutung ist der Einfluss der Respirationspausen, sowol der unwillkürlichen, wie der absichtlich herbeigeführten. Wenn man durch eine Reihe von Inspirationen einen Ueberschuss von Sauerstoff im Blute, d. h. Apnoe hervorbringt, so hört die Respiration auf. In diesem Falle ändert sich der arterielle Druck kaum und die Verlangsamung der Herzbewegung ist fast $= 0$. Wenn man jedoch an einem kurarisirten Hunde die künstliche Atmung aussetzt, so steigt der arterielle Druck ungeheuer und die Herzschläge verlangsamen sich immer mehr. Diese Erscheinungen beobachtet man an einem Hunde, dessen Nervencentren intakt sind. Durchschneidet man dagegen vorher die Medulla oblongata, so tritt nach dem Aufhören der künstlichen Atmung jene Druckerhöhung nicht ein. Die Erhöhung des Drucks nach dem Aufhören der künstlichen Atmung kann also nicht auf der Störung des Lungenkreislaufs, sondern nur auf einer Vergiftung der Nervencentren durch sauerstoffarmes und kohlensäurereiches Blut beruhen. In der That beruht sie, wie bekannt, auf

der durch die Asphyxie bedingten Erregung des vasomotorischen Centrums. Auf ähnlichen Nervenwirkungen beruhen die dann gleichfalls zur Beobachtung kommenden Herzstörungen. Die durch das asphyktische Blut gereizte Medulla pflanzt durch Vermittlung des Vagus den Reiz auf das Herz fort. Die mit Atropin vergifteten Tiere zeigen keine Herzstörungen, wenn man mit der künstlichen Atmung aufhört. Wir haben also hier zwei von einander unabhängige Erscheinungen, die Gefäßstörungen und die Herzstörungen, welche von der Reizung der Medulla, nicht aber von dem Fehlen der Inspiration abhängen. Vergleicht man bei einem kurarisirten Hunde die Cirkulation in der Lungenarterie mit der in der Aorta, so steigt der Druck in der Aorta, während in der Pulmonararterie ein Steigen kaum zu bemerken ist. Die unmittelbare Steigerung des Drucks in der Aorta rührt von der Reizung der vaso-motorischen Centren her, während die geringere Druckerhöhung in der Pulmonararterie durch das Hinderniss veranlaßt zu sein scheint, das die Steigerung des Aortendrucks dem Blutlauf entgegensetzt. Hört man mit der künstlichen Respiration auf, so zeigt sich infolge der Drucksteigerung in der Aorta eine bedeutende Blutzufuhr in dem linken Herzohr.

Lalesque hat auch den Einfluss gesteigerten Luftdrucks in der Lunge, wie er beim Drängen entsteht, auf den Lungenkreislauf untersucht. Zu diesem Zwecke blies er Tieren, sowol solchen mit intaktem wie solchen mit geöffnetem Thorax, gewaltsam Luft ein. Dabei nahm der Blutausfluss aus den Lungenvenen anfangs stark zu, um dann vollständig aufzuhören. In gleicher Weise verhält sich der arterielle Druck bei einem Hunde, dessen Medulla zerstört und hiedurch jede vasomotorische Wirkung derselben ausgeschlossen ist: der Druck wächst zuerst und nimmt dann ab. Ist der Thorax unversehrt, so wirkt die Einblasung in derselben Weise auf die Lunge; aber sie verbindet sich mit einer andern Wirkung auf die Herzhöhlen. Der rechte Ventrikel zeigt dann Druckschwankungen, welche nicht von der mechanischen Tätigkeit der eingeblasenen Luft abhängen. Zuerst steigt der Druck plötzlich, dann nimmt er ab, um schließlich wieder allmählich anzusteigen. Diese Tatsachen erklären sich aus der Annahme, dass die Einblasung zunächst der Entleerung des Ventrikels ein Hinderniss entgegensetzt und dass letztere erst vor sich gehen kann, wenn der Druck eine gewisse Höhe erreicht hat. Man beobachtet auch Schwankungen im Aortendruck, und alle diese Erscheinungen hängen von derselben Ursache ab. Das Hinderniss für den Durchgang des Bluts durch die kleinsten Lungengefäße hindert auch die Entleerung des rechten Ventrikels, infolge dessen der Druck hier steigt; es vermindert den Zufluss im Aortensysteme, infolge dessen der Druck hier sinkt.

Auch die Cirkulationvorgänge, welche dem Drängen oder Aufblasen der Lunge folgen, hat Lalesque untersucht. Hat letzteres

aufgehört, so tritt das Blut schnell und in großer Menge in alle intrathorakalen Organe wieder ein, und dann werden Herz- und Lungengefäße überfüllt. Gleichzeitig verlangsamt sich der Herzschlag beträchtlich, im Gegensatz zu der mit der Einblasung einhergehenden Beschleunigung. Wahrscheinlich hängen diese Störungen im Herzrhythmus von nervösen Einflüssen ab.

Was schließlich die Innervation der Lunge anlangt, so glaubt Lalesque, dass nicht der Vagus, sondern der Sympathicus es sei, welcher die Lungengefäße beeinflusst. **Ch. Richet** (Paris).

Zur Frage nach der Entdeckung des Nucleïns.

In Nr. 13 S. 403 dieser Zeitschrift hat Herr Schmidt-Mülheim in einer Besprechung meiner Abhandlung über die Nucleïne und ihre Spaltungsprodukte die von mir gemachte Angabe, Miescher habe das Nucleïn entdeckt, zu berichtigen gesucht und Meissner als denjenigen bezeichnet, „der zuerst Nucleïn als „eigentümlichen Körper anerkannt und in größern Mengen dargestellt hat, denn „die von ihm als Dyspepton bezeichnete Substanz müsse nach unsern heutigen „Kenntnissen als Nucleïn angesprochen werden.“.

Diese Angabe des Herrn Schmidt-Mühlheim beruht auf einem Irrtum.

Als Dyspepton bezeichnete Meissner den in Wasser unlöslichen Rückstand, welcher übrig bleibt, wenn man Fibrin, Caseïn und „Parapepton“ entweder der anhaltenden Einwirkung siedenden Wassers oder der Pepsinverdauung unterwirft. Es scheint Herrn Schmidt-Mülheim entgangen zu sein, dass Nucleïn durch siedendes Wasser schnell zersetzt wird, also nicht mit diesem Dyspepton identisch sein kann. In Bezug auf diejenigen Präparate, welche Meissner durch Pepsinverdauung des Caseïns erhielt, könnte man vielleicht nach ihrer Darstellungsweise vermuten, dass sie neben Fett, Eiweißresten, Zersetzungsprodukten des Nucleïns, auch etwas unzersetztes Nucleïn enthalten haben mögen. Indess selbst dies lässt sich nicht entscheiden, denn Meissner hat diejenige Eigenschaft, durch welche das Nucleïn sich vor andern eiweißähnlichen Substanzen auszeichnet und an welcher es allein zu erkennen ist - nämlich den hohen Phosphorgehalt — an seinem Dyspepton nicht beschrieben.

Von einer Entdeckung des Nucleïns durch Meissner kann nicht die Rede sein. —

Ich möchte nur kurz noch darauf hinweisen, dass als Spaltungsprodukt des Nucleïns neben einer peptonartigen Substanz ein Eiweißkörper von der Zusammensetzung C 54,76 H 7,11 N 14,25 S 0,90 erhalten wurde, dass ferner es von mir nicht vermutet sondern nachgewiesen ist, dass aus dem Nucleïn in den verschiedenen Organen Hypoxanthin durch Spaltung reichlich erhalten wird.

A. Kossel (Strassburg).

Angesichts der in Nr. 13 dieses Blattes erfolgten „Erklärung“ teile ich mit, dass ich, auf den Irrtum aufmerksam gemacht, mich der dort erfolgten Richtigstellung betreffs der Entdeckung des retinalen Farbstoffs und dessen ausschließlicher Bleichung durch das Licht anschließe.

J. Steiner.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **20. December 1881.** **Nr. 18.**

Inhalt: **Steinmann,** Ueber fossile Algen. — **Eimer,** Eine Dipteren- und Libellenwanderung. — **Schmidt-Mülheim,** Das Eiweiss auf seiner Wanderung durch den Tierkörper III. — **Klebs, Meyer,** Untersuchungen über den Bacillus des Abdominaltyphus. — **Krause,** Ueber Ultramarin im Schnee.

Ueber fossile Algen.

Bekanntlich befindet sich die Mehrzahl der als Algen angesprochenen Fossilreste in einem Erhaltungszustande, welcher eine sichere Deutung derselben ausschließt. Nicht allein fehlen in den meisten Fällen die Anhaltspunkte zum Beweise für die Thallophytennatur überhaupt und beschränken sich die Wahrscheinlichkeitsgründe für die Auffassung dieser Körper als Algenreste auf die Aehnlichkeit der Form mit Ausschluss des Nachweises gleicher Fruktifikation, sondern man hat in neuer Zeit auch vielfach Fossilien als Algen gedeutet, eigentlich nur deshalb, weil man sie mit keiner Abteilung des Tier- oder Pflanzenreichs in Beziehung bringen konnte. Immerhin kommen dabei die Art und Weise der Erhaltung, das Vorkommen und gewisse morphologische Charaktere in Betracht, die zu Gunsten jener Anschauungsweise geltend gemacht werden; es darf aber nicht außer Acht gelassen werden, dass wir keine Berechtigung besitzen, unsere Vermutungen als wissenschaftlich vollständig begründete Tatsachen hinzustellen oder gar bei so problematischen Dingen es wagen dürfen, sie in die Abteilungen unserer heutigen Algen einzureihen. Diese zuletzt angedeutete Klippe ist deshalb von vorsichtigen Forschern (wie Schimper in seinem Handbuche der Phythopaläontologie) sorgfältig vermieden worden. Als solche mehr oder weniger problematische Algenreste sind unter Anderen die in den ältesten fossilführenden Schichten in großer Häufigkeit sich findenden Schnuralgen oder *Chordophyceae* und die von der paläozoischen Epoche bis in die Tertiärzeit bekannten Hahnenschwänze oder Alectorurideen zu nennen. So wichtig sie auch dem Geologen durch ihr vertikal beschränktes, horizon-

tal weit ausgedehntes Vorkommen sein mögen[1]), für die Phytopaläontologie, zumal aber für die Botanik, werden sie wol stets von untergeordneter Bedeutung bleiben, da die Aussicht durch Auffindung der Fruktifikationsorgane eine vollständigere Kenntniss dieser Gebilde zu erlangen, nur außerordentlich gering erscheint und ihre äußern Formen bei unsern heutigen Algen noch nicht beobachtet worden sind.

Ein weit höheres Interesse müssen wir dagegen denjenigen Algenformen entgegen bringen, die durch die Fähigkeit ihren Thallus mit einer Kalkhülle zu umgeben oder denselben mit kohlensaurem Kalke zu imprägniren uns ein getreues Bild von dem Bau ihres Thallus, oft sogar von dem ihrer Reproduktionsorgane in den Erdschichten hinterlassen haben. In geogenetischer Beziehung sind sie zugleich durch ihr massenhaftes, gesteinbildendes Vorkommen für die Vor- wie für die Jetztzeit wichtig.

Bis jetzt ist es gelungen fossile Vertreter von zwei verschiedenen Abteilungen der „Algues calcifères" in größerer Menge zu entdecken. Im Jahre 1858 wies Unger[2]) nach, dass gewisse bis dahin für anorganische Gebilde gehaltene Fossilien, die man als Nullipora seit lange zu bezeichnen pflegte, die Skelete von kalkabsondernden Florideen seien und zwar der Gattung *Lithothamnium* angehörig, — wie sie in ähnlichen Formen als gewöhnliche Erscheinungen in den heutigen Meeren anzutreffen sind. Die charakteristische Struktur des aus zahlreichen kleinen, mit Kalk imprägnirten Zellen bestehenden Thallus und die leicht erkennbare Form der die Fortpflanzungsorgane enthaltenden Gebilde, der sog. Cystocarpien, die sich im Thallus zerstreut vorfinden, ermöglichten eine genaue wissenschaftliche Vergleichung. Die spätern Untersuchungen Gümbel's über die „Nulliporen des Pflanzenreichs" erschlossen uns dann eine große Fülle fossiler Lithothamnien aus den verschiedensten Formationen, die man wol hauptsächlich ihres anorganischen, Stalaktiten- oder krustenähnlichen Aussehens halber bis dahin meist übersehen hatte. Es steht kaum zu erwarten, dass die Untersuchung des bisher noch nicht berücksichtigten Materials allgemein interessante Beziehungen ergeben könnte, da die an den fossilen Stücken erkennbaren Charaktere keine wesentliche Abweichung von denen der recenten Formen bisher aufgewiesen haben. Nur ihre geographische Verbreitung bietet einiges Interesse. Sie sind weit davon entfernt, Kosmopoliten gewesen zu sein, ebensowenig wie man das von den heutigen Lithothamnien behaupten kann, die, namentlich in ihren stark entwickelten (buschigen) Formen den wärmern Meeren eigen zu sein scheinen und als Wohnsitz die Korallenriffe vorziehen.

1) Beispielsweise sind manche Chordophyceen-Formen, wie *Bilobites*, *Chrossopodia* für die cambrischen Schichten (Unterstes Silur) nicht nur in Europa sondern auch auf andern Kontinenten geradezu leitend.

2) Denkschriften d. Wiener Akad., Bd. XIV.

Soweit sich jetzt übersehen lässt, waren kalkhaltige Siphoneen ungleich mannigfaltiger und zahlreicher in der Vorzeit vertreten als die eben behandelten Florideen. Die zierlich gebauten Gehäuse derselben waren den ältern Autoren, wie Lamarck, Defrance schon bekannt, allein ihre wahren Beziehungen zu den Organismen, welche sie hervorgebracht, blieben bis auf die allerjüngste Zeit dunkel. Die Ursachen dieser eigentümlichen Erscheinung hat man einmal in der Form der Kalkhüllen, die mit denen der Rhizopoden eine gewisse Aehnlichkeit besitzen, ferner aber in dem Umstand zu suchen, dass die lebenden Vertreter dieser nicht reich entwickelten Algenformen größtenteils selten und auf die wärmern Meere beschränkt sind. Es blieb deshalb selbst denjenigen Forschern, welche sich eingehend mit den fossilen und recenten Siphoneen beschäftigten, wie Carpenter[1]) und Gümbel[2]), die wahre Natur derselben unbekannt, zumal nur die Kalkhüllen und nicht gleichzeitig die darin enthaltene Pflanzenzelle der lebenden Formen zur Untersuchung gelangten. Erst vor wenigen Jahren brachte Munier-Chalmas[3]) die überraschende Notiz, dass die Dactyloporiden — so bezeichnete man die fossilen Siphoneen nach der in Pariser Eocaen häufigen Gattung *Dactylopora* Lmk. — nichts mit Rhizopoden gemein haben, sondern dass sie z. T. mit der im Antillenmeer lebenden Algengattung *Cymopolia* z. T. generisch identisch, z. T. sehr nahe verwandt seien. Jetzt war die Stellung aller der Tertiärgattungen wie *Dactylopora*, *Uteria* u. s. w. geklärt.

Die Charakteristik der „*Siphoneae verticillatae*“ Munier-Chalmas' lautet kurz zusammengefasst: einzellige Meeresalgen mit wurzelartiger, unterirdischer Verzweigung und einfachem oder verzweigtem, cylindrischem Stamm, welcher zahlreiche, wirtelförmig gestellte, schlauchförmige Verästelungen trägt, die sich wiederum in mehrere kuglige oder verkehrt kegelförmige kleinste Schläuche zerteilen. Diese letzten Endigungen der Zellen sind entweder steril oder fertil.

Von den wenigen lebenden Formen, wie *Cymopolia*, *Neomeris*, *Acetabularia*, die sich im Besitze einer Kalkhülle befinden, kennt man identische oder nahestehende Vertreter in großer Mannigfaltigkeit aus den Tertiärablagerungen, namentlich aus denen des Pariser Beckens. Da dieselben zur Zeit nur ungenügend untersucht sind, so können wir sie hier übergehen.

Am längsten bekannt sind von den geologisch ältern Formen die von Schafhäutl als *Diplopora*, von Gümbel als *Gyroporella* bezeichneten Fossilien der alpinen Trias. Fast überall, wo man in den Alpen die Triasformation in dolomitischer Ausbildung trifft, erstaunt man über die überraschend große Menge zolllanger cylindrischer Röhren, die einen wesentlichen, ja wol den wesentlichsten Anteil an

1) Introduction to the study of the Foraminifera 1862.
2) Abh. d. Bayer. Akad. II. Cl., Bd. XI, I. Abt. 1872.
3) Comptes rendus, tome LXXXV, p. 814. 1877.

dem Aufbau der betreffenden Schichten genommen haben. Gegenüber ihren tertiären und recenten Verwandten sind sie durch ihren einfachen Bau charakterisirt. Die Zelle bestand — abgesehen von den in dem Boden haftenden wurzelartigen Verzweigungen — aus einem einfachen, nicht verzweigten Schlauche, der mehr oder minder regelmäßig quirlförmig gestellte, ebenfalls einfache, nicht sekundär gespaltene Verästelungen trug. Leider besitzt man bis jetzt noch keine Anhaltspunkte über die Art und Weise der Fruktifikation. Wenn auch die Formenähnlichkeit mit den jüngern Siphoneen so groß ist, dass man über die Zugehörigkeit kaum ernstlich streiten kann, so war doch der Nachweis Steinmann's[1]) nicht ohne Interesse, dass die von Fraas[2]) aus der Kreide des Libanons bekannt gemachte *Gyroporella* insofern ein Bindeglied zwischen den triassischen und jüngern Siphoneen darstellt, als sie mit der Gesamtform von *Diplopora* die vorhin angedeutete, sekundäre Verästelung verbindet, wie sie den tertiären und lebenden zukommt. Das Fehlen der Fruktifikation bei *Triploporella*, wie sie genannt wurde, und unsere Unkenntniss von den meisten tertiären Gattungen erlauben es zur Zeit noch nicht, das interessante Kreidefossil in eine nähere Beziehung zu seinen Verwandten zu bringen.

Wenn man bedenkt, dass wir außer den erwähnten Formen schon jetzt noch eine ganze Reihe mesozoischer wie paläozoischer Gattungen kennen, deren Stellung bei den *Siphoneae verticillatae* wol gesichert erscheint, die aber einer genauern Untersuchung noch harren, so dürfen wir diese Algenabteilung mit Recht als die wichtigste aller fossilen betrachten. — Schließlich wollen wir noch erwähnen, dass neuerdings Munier-Chalmas in der alten Lamarck'schen Gattung *Ovulites* aus dem pariser Grobkalk einen Verwandten der im Mittelmeer nicht seltenen Alge Penicillus erkannt hat. Für diese stark dichotom verzweigten Formen mit fehlender oder kaum angedeuteter Verästelung ist vom oben erwähnten Gelehrten der Name *Siphoneae dichotomae* vorgeschlagen worden, der sich jedoch insofern unpassend erweist, als die *Siphoneae verticillatae* ebenfalls dichotome Verzweigung besitzen. Wahrscheinlich werden sich die *Siphoneae dichotomae* Munier's durch das genauere Studium der fossilen als ganz nahe Verwandte der *verticillatae* herausstellen, deren wirtelförmige Verästelungen bei den lebenden Formen außerordentlich reducirt sind. Hier bietet sich also der phythopaläontologischen Forschung noch ein weites Feld; sie kann umso rascher voranschreiten, je besser die wenigen lebenden Siphoneen mit Kalkhülle studirt sind. Leider haben wir aber seit den grundlegenden Arbeiten Decaisne's, und Kützing's nur vereinzelte Untersuchungen, aber keine zusammenfassende Darstellung erhalten.

G. Steinmann (Strassburg).

1) Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. 1880, II, S. 130.

2) Aus dem Orient, II, S. 81.

Eine Dipteren- und Libellenwanderung beobachtet im September 1880.

Von Prof. Dr. Eimer in Tübingen.

Vorgetragen auf der Versammlung des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg zu Ulm am 24. Juni 1881.

Während eines Aufenthalts in Sils-Maria (Ober-Engadin) verfolgte ich am 2., 3. und 4. September 1880 eine interessante Wanderung von Insekten. Es war am 2. September nach 9 Uhr vormittags, als ich von dem Oertchen Sils-Maria, welches an der östlichen Seite des dort von Ost-Nord-Ost nach West-Süd-West gerichteten Engadiner Tals 1800 M. über dem Meer gelegen ist, auf der das Tal schnurgerade überschreitenden Straße nach Sils-Baseglia ging.

Kaum hatte ich das Sträßchen betreten, als mir auffiel, wie nacheinander einzelne Schwebfliegen (*Melithreptus*) und einzelne Individuen einer Eristalis-Art, alle in derselben Richtung, entsprechend der Längenausdehnung des Tals nach Süd-West fliegend, den Weg kreuzten. Da meine Aufmerksamkeit seit Verfolgung der im vorhergegangenen Jahre (1879) so bemerkenswert aufgetretenen Wanderungen der Distelfalter (*Vanessa Cardui*) auf entsprechende Vorkommnisse gespannt war, so musste mich die Erscheinung so constanter Richtung des Fluges von Insekten zu genauer Verfolgung veranlassen, wennschon dieselbe fürs Erste nur sehr wenig auffallend war.

Zunächst waren nämlich die Insekten so wenig zahlreich, dass ich es lediglich ihrem niedern Fluge — sie flogen meist kaum $^1/_3$ Meter und noch weniger hoch über der Erde — und dem Umstande, dass dieser Flug quer über die helle Straße ging, zu verdanken hatte, wenn ich jetzt schon auf sie aufmerksam wurde.

Bald gesellte sich zu den Fliegen eine kleine Libelle (*Libellula scotica*), meist etwas höher als jene ziehend, und indem ich das etwa 10 Minuten breite Tal auf der Straße hin und her durchmaß, fand ich, dass sich die Wanderung in der ganzen Breite desselben überall in gleicher Weise erstreckte.

Mehr und mehr aber hatte inzwischen die Zahl der Individuen aller drei Arten von wandernden Insekten zugenommen. Gegen 10 Uhr war dieselbe so groß, dass man vielleicht hundert und mehr Tiere in der Minute an einer und derselben Stelle an sich vorbeifliegen sehen konnte. Bunt durch einander folgten sich Fliegen und Libellen, alle wie durch geheime Zauberkraft getrieben, schnurgerade nach derselben Richtung ziehend, so schnell und so unaufhaltsam, dass es schwierig war, einzelne der Fliegen, noch schwieriger Libellen mit dem Netze zu erhaschen. Ja von den letztern bekam ich trotz langer Anstrengung keine einzige und ich verdanke diejenigen, auf welche sich mein genauerer Augenschein gründen konnte, zwei Knaben, welche unermüdlicher als ich selbst auf meine Veranlassung

der Jagd oblagen. Nur auf einen kürzesten Augenblick setzte sich eine oder die andere der Libellen zuweilen auf die angrenzende Wiese, wo sie jedoch nach dem Niedersitzen schwer sichtbar war. Eher ruhten die Melithreptus oder auch die Eristalis einen Augenblick auf der Straße, so dass ich sie mit dem Netze überklappen konnte.

Es schien an dem Tage klare Sonne und es wehte ein ziemlich scharfer West-Süd-Westwind, welchem die Tiere somit direkt entgegen flogen.

Die Wanderung dauerte um Mittag in derselben Weise fort. Um 2 Uhr Nachmittags, als sie sich noch nicht vermindert hatte, fuhr ich in offenem Einspänner nach dem $1^1/_2$ Wegstunde entfernten Maloja-Pass. Meine Fahrt ging direkt mit dem Insektenfluge, aber das Fuhrwerk wurde fortwährend weit von den Wanderern überholt, die unaufhaltsam auf der am westlichen Saume des Tals nach Süd-Westen ziehenden, östlich vom Silser-See begrenzten Straße dahin, pfeilschnell an ihm vorüberzogen.

Bei Maloja-Kulm, dem Wirtshause, wird das Tal südwärts durch die vorliegende Alpenkette abgeschlossen und wendet sich hier, plötzlich von der Höhe von etwas über 1800 Meter steil abfallend, nach Westen und dann nach Süden.

Ich war begierig, zu sehen, wie sich die Insekten hier benehmen, ob sie die ursprüngliche Richtung des Fluges einhalten, oder ob sie dieselbe nach derjenigen des Passes abändern würden.

Jedenfalls bogen sie nicht sofort in den Pass ein. Sie flogen vielmehr, in der alten Richtung verbleibend, an der Mündung des Passes vorüber, der gegenüberliegenden, waldigen Bergwand zu. Ich verfolgte sie, von der Straße abgehend, durch den Wald gegen die Bergwand. Hier wendeten sie sich offenbar etwas mehr westwärts, entsprechend der Biegung des Tals. Allein ich konnte keine Gewissheit darüber erlangen, ob sie zuletzt der westlichen Talwand entlang, oder ob sie über die hohen Berge hinüberflogen. Es war für mich schwer, hier durch hügeligen, steinigen und sumpfigen Wald vorwärts zu dringen. Es war 5 Uhr geworden und ich musste, meinen Begleitern zu Liebe, umkehren.

Jedenfalls ging die Reise der Fliegen und Libellen nach Italien.

In dem hügeligen, felsigen Walde konnte ich noch eine besondere Beobachtung bezüglich der Art des Fluges machen. Dieser ging, wie gesagt, stets nahe der Erde. Zwei Meter mochte die höchste Höhe sein, in welcher besonders die Libellen häufig zogen, während die Fliegen sich meist tiefer hielten. Da ich im Fangen der raschen Tiere, vorzüglich der Libellen, auch des Nachmittags bis dahin nicht glücklicher gewesen war, als am Morgen, so versuchte ich es, sie in Rücksicht auf ihr niedriges Fliegen dadurch zu überraschen, dass ich mich mit meinem Netze hinter Abhänge stellte, in der Hoffnung, sie würden in den Taleinsenkungen die gleiche Höhe über dem Boden

einhalten wie in der Ebene, sie würden also über den Abhang herab, mir, den sie vorher nicht sahen, entgegenfliegen und so leicht gehascht werden können. Allein ich musste zu meiner Enttäuschung erfahren, dass sie überall über kleine Vertiefungen und schmale Schluchten wegflogen, unbeirrt durch dieselben ihre schnurgerade Richtung verfolgend; auf der gegenüberliegenden Bodenerhebung hielten sie unmittelbar wieder die frühere Flughöhe ein. Sie verhielten sich indess in dieser Weise nur gegenüber schmalen Einsenkungen, weite durchflogen sie am Boden.

Die Eristalis setzten sich jetzt, am späten Nachmittag, häufiger an Blumen und ruhten länger, ebenso die Melithreptus, nicht die Libellen. Wo diese sich gegen Abend versteckt haben, weiss ich nicht zu sagen. Auf dem Rückwege nach Sils flogen mir noch bis $5^1/_2$ Uhr Nachzügler aller drei Gattungen entgegen, dann hörte die Wanderung auf. Bis gegen 5 Uhr hatte sie in ungeschwächter Weise fortgedauert.

Am 3. und auch noch am 4. September beobachtete ich, bei derselben Witterung, speciell auch bei derselben Windrichtung wie am 2., gleichfalls noch Wanderung; an ersterm Tage aber schon sehr schwach, an letzterm noch schwächer. Die Wanderung dauerte abermals von nach 9 Uhr Morgens an — vorher war bei besonders darauf gerichteter Aufmerksamkeit nichts von ihr zu sehen — bis etwa $5^1/_2$ Uhr Abends.

Die Fliegen sind *Eristalis sylvaticus* Meig. = *Eristalis tenax* L. *var.* und *Melithreptus (Syrphus) lavandulae* Macq.

Beide, wie auch die *Libellula scotica,* traf ich noch in der folgenden Woche reichlich und nicht wandernd, in Sils. Die Eristalis ist dort, wenigstens im Herbst, das gemeinste Insekt an Blumen, die *Libellula scotica* umfliegt mit *Libellula meridionalis* und mit *Aeschna grandis* lebhaft die Sümpfe. Die beiden letztern sah ich um genannte Zeit vielfach in der Mittagssonne sich begatten, die *L. scotica* nicht, aber das Weibchen dieser Art ließ in der Gefangenschaft reichlich reife Eier fallen, ganz wie jenes der *meridionalis.*

Es wanderten somit jedenfalls nicht alle Individuen der drei Arten zu gleicher Zeit. Ob und wann die in Sils ansässigen überhaupt wanderten, weiß ich nicht — die, welche ich wandern sah, kamen weiter von Norden her.

Herr Pfarrer Ströbe aus Freiburg i./B., welchen ich in Sils auf die Insektenwanderung aufmerksam gemacht hatte, reiste am 8. Sept. über den Julierpass nach Chur. Er ließ mir mitteilen, dass er auf seinem Wege auch dort dieselbe Erscheinung beobachtet habe. Auf Anfrage schrieb er mir, dass die Wanderung zwischen 9 und 10 Uhr vormittags anfing, nachdem er Stalla (Bivio) — auf der Nordseite des Julier — passirt hatte und dass sie von da an immer stärker wurde. Sie wurde immer bemerkt, wenn die Straße sich am Oberlahnsteiner Rhein hinzog. War sie weiter vom Wasser entfernt, so

wurden nur wenig fliegende Insekten gesehen. So gings auch nachmittags auf dem Wege über Mühlen (Molins) nach Tiefenkasten und bis Chur. Alle Insekten flogen thalaufwärts, gleichviel, nach welcher Himmelsgegend das Thal gerichtet war.

Einen andern wertvollen Beitrag zu dieser Insektenwanderung, ebenfalls vom 3. Sept., lieferte mir mein hiesiger Kollege Pfeffer.

Macht es die Nachricht des Herrn Ströbe ziemlich sicher, dass wenigstens ein Teil der Silser Wanderer vom Rheinthal her über den Julier kam, so zeigt die folgende, dass jedenfalls die Eristalis auch in andern Teilen der Schweiz zu derselben Zeit und in entsprechender Richtung gewandert ist.

Professor Pfeffer berichtet mir von einem auffallenden Schwarm von bienenähnlichen Insekten, welcher am genannten Tage die Pfaffenwand bei Engelberg hinaufzog. Es hielt derselbe auf der Höhe der letztern eine Richtung ein, welche keinen Zweifel darüber belassen konnte, dass die Insekten sich fortgesetzt westwärts über den Jochpass (2208 M. hoch) nach dem Haslithal gewendet haben werden.

„Die ziemlich steile Pfaffenwand hinauf hielten sich die Insekten in der Nähe des Bodens mit raschem Fluge der Neigung des Erdbodens folgend. Höher als 4 M. dürften kaum Fliegen sich bewegt haben, die meisten flogen etwa $^1/_2$—$1^1/_2$ Meter über dem Boden. Der Schwarm war sehr zahlreich, dehnte sich aber nicht ansehnlich in die Breite aus. Durchschnittlich dürften die Insekten, von einigen spärlichen versprengten abgesehen, etwa eine Fläche von 4—5 Meter Breite als Flugbahn benutzt haben. So wenigstens war es an der Pfaffenwand, an der die Wegkrümmungen es mit sich brachten, dass der Schwarm öfters durchschnitten wurde. Die Zeit der Beobachtung fiel auf die Mittagsstunden, etwa zwischen $11^1/_2$—1 Uhr. Nachts um 3 Uhr, wo ich dieselbe Stelle passirte, schwärmten die Insekten sicher nicht."

Herr Lehrer Caviezel in Sils, welcher dortselbst die officiellen meteorologischen Beobachtungen macht, hat die Güte gehabt, mir folgende Nachrichten über die Temperatur-, Barometer- und Feuchtigkeitsverhältnisse von Sils um die Zeit der Insektenwanderung zu geben: Zwischen dem 15. August, von wo ab ich mir die Aufzeichnungen erbat, und dem 31. desselben Monats, war der Himmel stets bewölkt gewesen und hatte es, mit Ausnahme des 20., wo „trüb" verzeichnet ist, täglich geregnet. Der mittlere Feuchtigkeitsgehalt der Luft war von 69 % am 15. unter Schwankungen gestiegen bis zum 31., an welchem Tage er 94 % erreichte. Der Barometerstand schwankte zwischen 613,4 und 616,3 Mm. Die mittlere Temperatur war um den 15. August etwa 13°, sie sank gegen das Ende des Monats auf 9,7 am 29. und 30. und auf 9,2 am 31.

Mit dem September trat ein plötzlicher Umschwung der Witterung ein.

	mittl. Temp.	mittl. Barom.	mittl. Feuchtigkeitsgeh.	Bewölkung
1. Sept.	10,3	620,7	92	halb bewölkt
2. „	11,9	622,8	82	keine
3. „	11,0	623,0	73	keine
4. „	11,6	622,5	73	abds. Nebel.

Der mittlere Thermometerstand für Sils während des Monats September ist nach 17jähriger Berechnung 7,94° C., der mittlere Barometerstand für denselben Monat 616,22.

Somit waren, schreibt Herr Caviezel, die ersten Tage des September die wärmsten, welche in diesem Monat in Sils vorkommen, hatten hohen Barometerstand, aber dabei ungewöhnlich viel Feuchtigkeit der Luft. Der Wind war in den Tagen der Wanderung West.

Wanderungen von Libellen sind bekanntlich sehr zahlreiche beobachtet, oft treten die Tiere in ungeheuern Massen auf. Ihr Zug scheint meistens von Wasser zu Wasser zu gehen und zwar ist es wahrscheinlich, dass die Wanderung geschehe zum Zweck der Eierablage. Mit dieser Auffassung stimmt auch unter andern das Urteil von Prof. Klunzinger, welcher die Güte hatte, mir Mitteilung von eigenen Beobachtungen über Libellenzüge in der egyptischen Wüste zu machen, die ich mit seiner Erlaubniss hier wiedergebe.

Herr Klunzinger schreibt mir: „Es war im März 1875, als ich mit einigen Genossen eine Tour in die Wüste nördlich von Koseir machte. Das erste Nachtlager hielten wir in einem einsamen Wüstental ca. 30 km. nordwestlich von Koseir bei Riat Hamrauen, ca. 4 km. nördlich vom Wasserplatz Nuchel, der aus einigen offenen Wasserbecken oder Pfützen besteht. Von Sonnenuntergang bis zum Einbruch der Nacht, ca. 1 Stunde lang, flogen eine große Menge großer Libellen (*Aeschna*) an unserm Lager vorüber, meist in der Höhe von 1 bis 2 Meter über dem Boden, und alle durchaus in derselben Richtung Süd oder Südwest, also nach jenem Wasserplatz hin, von Fels zu Fels. Es mögen ihrer gewiss 2—300 gewesen sein. Mit Einbruch der Nacht hörte der Flug auf; während eine Menge anderer Insekten, namentlich Kleinschmetterlinge, unser Lagerfeuer umschwärmten und sich daran verbrannten, war nun von Libellen nichts mehr zu sehen. Sie flogen nicht in Massen, sondern einzeln, aber immer fort eine nach der andern.

„Später und vorher sah ich nichts Aehnliches mehr. Wol aber fand ich diese Art, seltener auch andere Arten, an vielen Orten der Wüste bei meinen verschiedenen Touren, und zwar vorzugsweise in der Nähe von Wasserplätzen; ich notirte Sidd, Sejal, Hindose, Nuchēl, Ambagi, und zwar meist im Februar und März, einer Zeit, wo ich gewöhnlich meine Ausflüge in die Wüste machte. Doch fand ich sie auch ziemlich häufig an Orten, die meilenweit von Wasserplätzen entfernt sind, wie Kasrel banat, und ich notirte auch als Fundzeit für einige Januar, Ende Mai und Mitte Juni. 2 cm. lange, bald graue

bald grüne Larven fand ich im August im Ambagibache, mit Schmutz bedeckt, kriechend.

„Einmal stellten sich auch in der Stadt Koseir nach einem Regen eine Menge Libellen ein, nach meiner Erinnerung eine andere kleinere rötliche Art; sie machten sich besonders an den Pfützen der Gassen, die am Eintrocknen waren, zu tun, und flogen an den Häusern hinauf, doch nicht in diese hinein, wie die Heuschrecken, welche zu Zeiten einem in lästigster Weise an den Kopf flogen.

„Von andern Neuropteren fand ich noch eine Art *Agrion*, *Hemerobius*, *Myrmecoleon*, *Ephemera* (Larven im Ambagibache), *Ascalaphus* und Phryganeen (Larven in einem Wasserbecken am Gebel abu thiurp).

„So weit meine Beobachtungen. Die Veranlassung des oben geschilderten Zuges war offenbar das Aufsuchen eines Wassers, wahrscheinlich zum Zweck der Eierablage in demselben. Das nächste war Nuchēl, ca. 10 Km. von letzterm in fortgesetzter Richtung folgt der Bach Ambagi, und westlich von letzterm der Brunnen Bēda, alle mehr weniger bitteres Wasser führend."

Da die von mir auf ihrer Wanderung gefangenen Libellen reife Eier abgehen ließen, so scheint auch dieser Fall sich einfach unter die gegebene Erklärung bringen zu lassen: es kann nichts Wunderbares haben, wenn Libellen, welche so spät im Jahre Eier ablegen, zu diesem Zwecke südlichere Gegenden aufsuchen.

Die Erklärung der Wanderung der Libellen zum Zweck der Eierablage würde somit auch stimmen mit der von mir vertretenen Erklärung der Wanderungen der Distelfalter. Wie dort waren indessen auch unter den wandernden Individuen der *Libellula scotica* Männchen und Weibchen, ohne dass ich wegen der geringen Anzahl der gefangenen genauere Nachrichten über das Verhältniss zu geben im Stande wäre.

Ueber Dipteren-Wanderungen scheint, abgesehen von den Wanderungen der Larven von *Sciara Thomae* und von *Stratiomyia* [1]), kaum etwas bekannt zu sein — so verschiedentlich auch von Massenansammlungen der ausgebildeten Insekten berichtet wird. Uebrigens hörte ich von zwei Seiten, dass man um die Zeit meiner Beobachtungen in öffentlichen Blättern (oder in Zeitschriften) denselben ähnliche Mitteilungen gelesen habe, ohne dass man sich über das Wo? genauer erinnern konnte. Ich würde für bezügliche Nachrichten sehr dankbar sein und stelle hiemit die Bitte, mir solche zukommen zu lassen.

Herr Prof. E. Taschenberg hatte die Güte mich darauf aufmerksam zu machen, dass die ihm von mir zur Bestimmung übersen-

---

1) Gerstäcker, Entomol. Bericht 1854 (die Larven waren sämmtlich erwachsen und „eilten jedenfalls der Verpuppung entgegen").

deten Melithreptus nach dem starken Zusammentrocknen namentlich des Kopfes zu schließen eben erst frisch der Puppe entschlüpft sein mussten. Unter 9 Melithreptus fanden sich 7 Weibchen und 2 Männchen, unter 4 Eristalis 3 Weibchen und 1 Männchen — also in beiden Fällen ein Ueberwiegen der Weibchen, wie ich es in einem Falle in so bemerkenswerter Weise auch bei *Vanessa Cardui* gefunden habe.

Herr E. Taschenberg äußert sich mir gegenüber dahin, dass es sich bei der Wanderung auch der Fliegen recht wol um die Eierablage gehandelt haben könnte. Da die Melithreptus-Larven von Blattläusen leben, so wäre eine Vorsorge für sie bezüglich der Nahrung bei spät im Jahre vor sich gehender Vermehrung wol verständlich. Nicht in demselben Maße freilich für die in Mistjauche und fauligen Wassern lebenden Eristalis-Larven.

Somit wird nur durch fortdauernd auf ähnliche Fälle gerichtete Aufmerksamkeit und besonders durch Zusammenstellung von Notizen, welche über Beobachtung einer und derselben Wanderung in verschiedenen Gegenden gemacht worden sind, volle Sicherheit über die Bedeutung der Wanderungen der Fliegen zu erlangen sein.

Ich übergebe vorstehende Mitteilungen erst jetzt dem Druck, weil ich den Herbst 1881 vorübergehen lassen wollte, in der Hoffnung dieselben vielleicht ergänzen zu können. Ich habe aber in diesem Jahre über ähnliche Wanderungen weder selbst etwas beobachten, noch von Andern erfahren können.

Am 24. Juni 1879 gab ich auf der Versammlung des Vaterl. Vereins für Naturkunde in Württemberg zu Stuttgart folgende Mitteilungen über von mir in demselben Jahre gemachte

Beobachtungen über das Wandern von *Vanessa Cardui.*

Ich füge dieselben hier an wegen der Beziehungen, welche sie zu der vorhergehend beschriebenen Dipteren- und Libellenwanderung haben [1]) und weil ich wiederholt die Bitte aussprechen möchte um Uebermittlung von Nachrichten über neue bezügliche Tatsachen.

Sehr auffallend ist es, dass die Distelfalter, nachdem sie in dem durch die allerorten beobachteten Wanderungen mit Bezug auf sie so bemerkenswerten Jahre 1879 in so unzähliger Menge aufgetreten und auch tief in den Herbst hinein in zweiter Generation so zahlreich vorhanden waren, im Sommer 1880 verhältnissmäßig spärlich sich zeigten. Es ist wol anzunehmen, dass der kalte Winter 1879/80 hiemit in Zusammenhang steht. Aber auch in diesem Sommer (1881) waren sie nicht häufig und Wandern scheint bei ihnen seit 1879 nicht wieder beobachtet worden zu sein.

Meine an genanntem Orte gemachte Veröffentlichung lautet:

---

1) Sie sind bisher nur in einer sehr wenig verbreiteten Zeitschrift, in den Jahresheften des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, Jahrgang 1880 gedruckt und darum kaum bekannt geworden.

„Nach den mir gewordenen Mitteilungen, sind Züge von Distelfaltern vom 1. bis einschließlich 21. Juni bis jetzt gesehen worden. Nachricht über die Beobachtung einer Wanderung am erstgenannten Tage erhielt ich von Herrn F. Rösch aus Magstadt, zur Zeit in Turin. Die Schmetterlinge flogen zwischen 11 und 3 Uhr Mittags in einem Zuge von etwa 1 Kilometer Breite über die Stadt Turin in nordnordöstlicher Richtung hin. Vom 5. Juni wird über massenhaftes Auftreten der Schmetterlinge am Gotthard berichtet. Aber schon seit dem 2. werden täglich Wanderungen im St. Gallischen bemerkt, am 7. in Wetzikon (Zürich), zwischen dem 5. und 10. im Ober-Elsass (Rosheim bei Molsheim), am 8. in Comburg bei Hall, vom 8. an in Böblingen, am 9. in Offenburg. Am 10. und in der Woche vorher „fallen Unmassen von Schmetterlingen im südlichen Frankreich und in der Provinz Valencia in Spanien ein"; gleichfalls am 10. werden Züge aus der Umgegend von Stuttgart und aus dem Donauthal (Weichering bei Ingolstadt) verzeichnet. Die meisten Nachrichten aus unserer Gegend beziehen sich auf Wanderungen am 11. (Eutingen, Calw, Reutlingen, Tübingen, Metzingen, Nürtingen, Neu-Ulm); aber auch am 14. (Untertürkheim), am 15. (Waiblingen, Bregenz) und 16. (Weingarten) und am 19. (Karlsruhe), am 20. (Freudenstadt, Hohenheim, Tübingen) und am 21. (Tübingen, Rottenburg, Freudenstadt) werden solche gemeldet. Das successive Auftreten von Süden nach Norden: zuerst in Italien, dann in der Schweiz, dann im südlichsten Deutschland, sowie die Nachrichten von Alpenpässen (außer vom Gotthard liegen solche auch von andern Pässen vor), welche die Schmetterlinge in Unzahl überflogen oder zu überfliegen suchten — alles dieses scheint deutlich auf eine Massenwanderung von Süd nach Nord hinzuweisen, während aus Frankreich und Spanien im Gegenteil ein Einwandern nach Süden berichtet wird. Allein, wenn auch wahrscheinlich solche weite Wanderungen stattgefunden haben, so möchte sich jedenfalls doch nur ein kleiner Teil der Erscheinungen auf sie beziehen. Dass die Distelfalter lange bevor das Wandern sich zeigte, in diesem Jahre bei uns in ganz außergewöhnlicher Menge vorhanden waren, wird von jedem aufmerksamen Naturbeobachter bemerkt worden sein. Sie sind also nicht alle über die Alpen zu uns gezogen. Als aber das Ziehen begann, wurden auch die bei uns entwickelten von dem Wandertrieb ergriffen. Die mir über die Richtung des Ziehens zugegangenen Nachrichten zeigen, dass dasselbe nach den verschiedensten Himmelsgegenden hin stattfand, nach Süden, vielfach auch bei uns. Ist der Zug nun zwar wiederholt deutlich von dem Verlauf der Täler und vom Vorhandensein von Wäldern beeinflusst gewesen (Wälder werden gewöhnlich gemieden, umgangen oder nur auf breiten lichten Wegen durchzogen, nicht überflogen, während Städte durch- und überflogen werden), so ist dies in den meisten Fällen nicht zu erkennen: die Tiere flogen gewöhnlich quer über Höhen und Täler nach irgend welcher bestimmten Himmelsgegend hin einem Ziele zu, ohne dass dabei der Wind von besonderm Einfluss gewesen zu sein scheint. Die Mannigfaltigkeit der Flugrichtungen ist so groß, dass sich irgend bestimmte Regeln nicht aufstellen lassen. Ich selbst beobachtete am 28. Juni nachmittags zwischen 2 und 3 Uhr eine Wanderung, die genau in umgekehrter Richtung stattfand, als diejenige, welche ich am 11. gesehen habe (vgl. Schwäb. Merkur Nr. 144) und zwar ganz auf derselben Stelle, wie jene. Durch eine Mitteilung des Herrn Kaufmann Adolf Knapp aus Reutlingen, ist meine damalige Annahme, dass der am 11. von mir in Tübingen und Metzingen-Neuffen gesehene Zug ein und derselbe war und auch zwischen Metzingen und Tübingen stattgefunden hat, bestätigt. Herr Knapp sah ihn in Reutlingen und auf der Straße zwischen die-

ser Stadt und Metzingen. Ich bemerkte damals, dass der Flug, welcher in Tübingen rein südlich ging, bei Neuffen eine mehr westliche Richtung genommen hatte.

Am 21. sah ich in Tübingen (zuerst zwischen 11 und 12 Uhr Vormittags) zum dritten Mal eine Wanderung, welche genau nach Süden, also in der Richtung der vom 11. beschriebenen ging. Ich verfolgte die Erscheinung bis 5 Uhr abends, während ich von Tübingen aus westlich über Hirschau und Wurmlingen nach dem 2 Stunden entfernten Rottenburg ging. Der Flug dauerte während dieser Zeit stetig fort, die Zahl der Wanderer war aber eine viel geringere, als noch am Tage vorher und gar als am 11.: von einem Punkte aus waren in 10 Minuten nur etwa 200 Schmetterlinge zu zählen. Zwischen Wurmlingen und Rottenburg begann der Flug mehr und mehr sich nach Osten zu wenden, bis er zuletzt genau östlich ging. Die Richtung der von mir in hiesiger Gegend beobachteten Züge würde also einen Halbkreis beschreiben, das Centrum des Kreises, nach welchem der Flug geht, würde südlich von Tübingen zu suchen sein. Indessen ist fraglich, ob die Wanderung auch an andern Tagen stets in entsprechender Weise stattgefunden hat.

Das Interessanteste, was ich am Abend des 21. noch beobachten konnte, war eine Umkehr der Wanderungsrichtung: gegen 4 Uhr war die Zahl der Schmetterlinge immer kleiner geworden, immer mehr Tiere waren zu sehen, welche spielend umher flatterten, ohne einem bestimmten Ziele zuzustreben. Aber einzelne zogen in starkem Fluge noch von West nach Ost. Da plötzlich zeigten sich, um $4^1/_2$ Uhr, andere, welche ebenso rasch, diese kreuzend, in umgekehrter Richtung, nämlich von Ost nach West flogen. Bis 5 Uhr wurden ihrer verhältnissmäßig immer mehr, dann brach ich meine Beobachtung ab.

Es drängte sich sofort die Vermutung auf, dass die Schmetterlinge von ihrer Wanderung — nach vollbrachtem Geschäft — zurückkehrten und dass die Beobachtung, welche ich am Tage vorher gemacht hatte, ebenfalls die einer solchen Rückkehr gewesen sei. Von den Tieren, welche auf dem Hinfluge begriffen waren, hatte ich 19 Stück gefangen. Es ergab sich die auffallende Tatsache, dass unter diesen 19 nicht weniger als 18 Weibchen sich befanden. Die feinere anatomische Untersuchung zeigte, dass diese Weibchen sämmtlich zur Ablage befruchteter Eier gerüstet waren: sie hatten reife Eier zum Teil in den untersten Abschnitten der Ausführungsgänge des Geschlechtsapparats und die Samentasche aller war mit Samen gefüllt. Es würde sich somit ergeben, dass sich die Wanderungen, ganz entsprechend Vermutungen, welche mir auch in Zuschriften geäußert wurden, auf das Aufsuchen der Pflanzen zum Zweck der Ablage der Eier beziehen. Da das Weibchen nur wenige Eier auf einmal an die den Raupen dienlichen Futterpflanzen ablegt, während es den Samenvorrath aus einer einzigen Begattung für alle die zahlreichen in ihm ausgebildeten reifen Eier aufgenommen hat und in der Samentasche bei sich trägt, so wird es seine Wanderungen durch mehrere Tage wiederholen, um nach und nach alle Eier anzubringen, nachdem es jeweils entweder an den ursprünglichen Standort zurückgekehrt ist oder andern Unterschlupf gefunden hat. Dazu ist für die Erklärung des Wanderns die Tatsache noch sehr wichtig, dass gewöhnlich an je eine Pflanze nur ein Ei abgelegt wird und dass schon belegte Pflanzen, sofern irgend andere aufgefunden werden können, übergangen zu werden scheinen. Vielleicht fallen die Wanderungen in gewissen Jahren nur wegen der Massenhaftigkeit des Vorkommens der Schmetterlinge in die Augen und würden auch in andern Jahren bei darauf gerichteter Aufmerksamkeit zu verfolgen sein. Vielleicht aber haben sie eben in diesem massenhaften Vorkommen, bezw. in der daraus resultirenden

Schwierigkeit, für alle zu erwartenden Raupen Futter zu finden, oder gleichzeitig im absoluten Mangel an Futter ihre Ursache: die eigenartigen klimatischen Verhältnisse des Jahres, die dadurch bedingten Verschiebungen in der Entwicklung der Pflanzen- und Tierwelt, dürften dann für sie von Bedeutung sein. Wahrscheinlich reducirt sich demnach eine Wanderung in größerm Sinn auf größere Entfernung und in bestimmter Richtung auf einen Bruchteil aller Erscheinungen und sind es meistens dieselben und in loco ansässigen Schmetterlinge wieder, welche an günstigen Tagen ihre Wanderungen auf beschränktem Gebiet nach den Futterpflanzen der Raupen und zurück machen. Vielleicht ist auch das successive Auftreten der Wanderungen von Süd nach Nord wenigstens teilweise aus früherer Entwicklung und früherm Auftreten der Lebensäußerungen im Süden zu erklären — wennschon andrerseits eine Wanderung über die Alpen entschieden stattgefunden zu haben scheint, die aber höchstwahrscheinlich ihre Veranlassung gleichfalls in den oben erwähnten Ursachen haben dürfte, nämlich in einem in Folge der Ueberschwemmungen in Oberitalien aufgetretenen ausgedehnten Mangel der Futterpflanzen. Der Sinn, welcher die Tiere nach ihrem Ziele leitet, muss der Geruchsinn sein: dass dieser Sinn bei Schmetterlingen in wunderbarer Weise ausgebildet vorkommt, ist bekannt, wie denn z. B. die Männchen gewisser Arten sogar hinter Glasscheiben im Zimmer befindliche Weibchen auf große Entfernungen hin vermöge desselben ausfindig zu machen im Stande sind. Hervorragend bemerkenswert ist in Beziehung hierauf die mir mitgeteilte Tatsache, dass Distelfalter, welche eingefangen und einige Zeit in Gefangenschaft gehalten worden waren, nach der Befreiung sofort wieder die Richtung des Fluges einschlugen, welche sie vorher eingehalten hatten.

Nachschrift. (2. Oktober 1879). Wandern beobachtete ich hier noch bis Ende Juni (29.), vom Juli an aber nicht mehr. Seit den ersten Tagen des Juli traf ich Raupen an Disteln, später auch an Brennesseln. Fast jede Distel in der ganzen hiesigen Umgegend war mit einer oder mehreren Raupen besetzt, — ich vermisste sie wiederholt nur an im Schatten stehenden Pflanzen. Der Umstand, dass an einer Distel häufig zwei und mehr Raupen saßen, hat wol eben in der großen Menge von eierablegenden Faltern seine Ursache. Am 1. August schlüpften mir die ersten Falter aus und am 2. August und während der folgenden Wochen waren besonders die Kleefelder überall von Tausenden derselben belebt. Gegen Ende August fand ich sie in großer Menge u. A. auch oben auf dem Rigi — alle offenbar von zweiter Generation, in den frischesten Farben. Ein Wandern sah ich nirgends. Die Weibchen der neuen Generation, welche ich im August untersuchte, führten aber auch noch keine vollständig reifen Eier und waren nicht befruchtet, während die Männchen schon damals mit anscheinend reifem Samen versehen waren. Am 8. September dagegen traf ich ein befruchtetes Weibchen. Ob die meisten Weibchen um diese Zeit oder nach derselben befruchtet waren, kann ich nicht sagen, da ich weitere anatomische Untersuchungen bis jetzt nicht angestellt habe."

Das Eiweiss auf seiner Wanderung durch den Tierkörper.

Von Dr. **Schmidt-Mülheim** (Proskau).

III. Verhalten und Wirkungen des Peptons nach seinem Eintritte in die Blutbahn.

Zeigt sich einerseits, dass die Eiweißnahrung fast in ihrer Gesammtheit peptonisirt wird und findet man auf der andern Seite, dass

das Blut zur Zeit der lebhaftesten Eiweißverdauung entweder nur äußerst minimale Mengen oder auch gar kein Pepton enthält, so lässt sich der hier bestehende Widerspruch sehr wol durch die Annahme klären, dass das Pepton fast gleichzeitig mit seinem Eintritte in die Blutbahn um seine charakteristischen Reactionen gebracht, also in einen andern Körper umgewandelt werde. Den Wert dieser Annahme zu prüfen unternahm ich eingehendere Studien.

Mit dem Verhalten des Peptons nach seinem Eintritte in die Blutbahn haben sich bereits Fick, sowie Plósz und Gyergyai beschäftigt. Fick suchte mit Hülfe derartiger Versuche die Aufgabe zu lösen, ob das Pepton im Blute in Eiweiß umgewandelt werde oder ob es sogleich einer tiefgehenden Zersetzung anheimfalle. Aus seinen Tabellen geht hervor, dass es ihm nicht gelingen wollte, die vierundzwanzigstündige Harnstoffausscheidung seiner Tiere (Kaninchen) in einen gleichmäßigen Gang zu bringen, und dass sich infolge dessen die durch die Peptoninjectionen zu erwartenden Steigerungen nicht scharf hervorheben. Wennschon zwei Tage mit Peptoneinspritzungen die höchsten Harnstoffwerte ergeben haben, so bemerkt Fick doch ausdrücklich, dass an eine genauere quantitative Verfolgung der Frage, ob die ganze Stickstoffmenge des eingespritzten Peptons in ausgeschiedenem Harnstoff zum Vorschein komme, nicht gedacht werden könne, weil die sonstigen Schwankungen der Harnstoffausscheidung größer seien, als der vom Pepton zu erwartende Zuschuss.

Fick führt noch an, dass Versuche über Digestion von Pepton mit frischem Blute außerhalb des Körpers und mit Durchleiten von peptonhaltigem Blut durch lebendiges Muskelgewebe zu keinem Resultate führten, aus dem man über die Umwandlung des Peptons etwas schließen könnte.

In einer später ausgeführten Versuchsreihe injicirte Fick nephrotomirten Kaninchen eine Lösung von Pepton und fand darauf im Alkoholextracte des Blutes die durch Quecksilbernitrat fällbaren Substanzen vermehrt, was nach der Injection einer entsprechenden Menge von Blutserum nicht beobachtet werden konnte. Hieraus schließt er, dass das Pepton im Organismus sofort in dem Harnstoff nahestehende, in Alkohol lösliche Stoffe zersetzt werde, während das injicirte Eiweiß dieser Umwandlung nicht sogleich unterliege.

Mit Rücksicht auf die dürftigen Untersuchungsmethoden und Vorarbeiten, über welche die Genannten verfügten, will es mich bedünken, als seien die Aufgaben, welche sie sich gestellt, doch zu groß gewesen. Und um so gewichtiger wird dieses Bedenken, wenn man erfährt, dass man bisher gar nicht davon unterrichtet war, dass das Pepton nach seiner Einführung in den Kreislauf nicht allein einen gewaltigen Einfluss auf die Beschaffenheit des Blutes bekundet, sondern dass es auch die Harnsecretion vorübergehend zum völligen Stillstande zu bringen vermag.

Was sich aus den eben mitgeteilten geschichtlichen Notizen zunächst ergibt, das ist der Widerspruch, in welchem sich meine Eingangs erwähnte Annahme mit der Beobachtung von Plósz und Gyergyai befindet, nach welcher sich das Pepton noch mindestens drei Stunden nach seiner Einspritzung im Blute auffinden lasse. Denn es leuchtet ein, dass mit Hülfe einer so geringen Geschwindigkeit der Umwandlung die öfter von mir beobachtete Abwesenheit des Peptons im Pfortaderblute nicht zu erklären ist, wenn man voraussetzen darf, dass diese Substanz im Höhestadium der Eiweißverdauung fortwährend von den Darmkapillaren aufgenommen wird. Es verlieren die Angaben der Genannten aber sofort an Bedeutung, wenn man erfährt, dass sie unter ganz absonderlichen Verhältnissen experimentirten; sie brachten nämlich einem Hunde von nur 4,5 kg. die bedeutende Menge von 20 g. Pepton in 200 ccm. Wasser bei; auch ist ihre Methode zum Nachweise des Peptons durchaus nicht einwurfsfrei.

Meine Versuchsreihe wurde an Hunden ausgeführt, deren Blut mit Sicherheit als peptonfrei angesehen werden konnte, weil ihnen vierundzwanzig Stunden vor Anstellung der Versuche keine Nahrung mehr verabreicht war. Diesen Tieren wurden bestimmte Mengen einer Lösung von reinstem Pepton in 0,6 % Kochsalzlösung in die Blutbahn injicirt. Auf das gewählte Lösungsmittel lege ich deshalb einigen Wert, weil es sich den Körperbestandteilen gegenüber völlig indifferent verhält, was von bloßem Wasser, wie es von anderer Seite in Anwendung gezogen worden ist, bekanntlich nicht gesagt werden kann. Die Lösung befand sich in einer Bürette, die ein constantes Abfließen, sowie auch ein genaues Ablesen von 0,1 ccm. gestattete. Nach vollendeter Injection wurden in bestimmten Zeiträumen Blutproben aus der Carotis genommen und in ihnen das Pepton mittels meiner colorimetrischen Methode bestimmt. Auch der Harn wurde auf etwa übergetretenes Pepton untersucht.

Die Peptonzufuhr zum Blute geschah nun zum Teil so langsam, dass sie sich in annähernder quantitativer Uebereinstimmung mit der Resorption zur Zeit der lebhaftesten Eiweißverdauung befand, zum Teil weit schneller.

Von den Versuchen der ersten Art teile ich den nachfolgenden mit: Einem männlichen jungen Hunde von 10,65 kg., der 24 Stunden ohne Nahrung geblieben, wird nach Einführung eines Katheters in die Harnröhre die Blase so lange ausgespritzt, bis das Waschwasser völlig klar abfließt. Alsdann werden dem Tiere 10 g. Pepton, in 60 ccm. $^1/_2$procentiger Kochsalzlösung verflüssigt, in die Jugularis injicirt. Nach Ablauf von 62 Minuten ist die Injection, die ohne jede Störung und namentlich auch ohne Krämpfe verlief, beendigt. 10 Minuten später wird das Tier getötet. Hierbei werden 260 ccm. Carotidenblut gewonnen und auf Pepton untersucht. Die eiweißfreie Lö-

sung wird auf 63 ccm. eingeengt, ohne dass es gelingen wollte, auch nur Spuren von Pepton aufzufinden. In der Blase des Hundes fanden sich etwa 30 Tropfen Harn vor, die minimale Andeutungen einer Biuretreaction zeigten.

Von den Versuchen, in denen die Tiere schnell ein größeres Quantum Pepton einverleibt erhielten, schildere ich den folgenden:

Einem Hunde von 9,8 kg. entnimmt man eine kleine Probe Normalblut aus der Carotis (Glas I); alsdann werden dem Tiere 5 Grm. Pepton in 40 ccm. $^1/_2$% Kochsalzlösung binnen 3 Minuten in die Jugularis gespritzt und nun innerhalb bestimmter Zeiträume neue Blutproben genommen.

Glas I. 56,6 g. Normalblut. Kein Pepton.

Glas II. 52,9 g. Blut 1 Min. nach der Injection gewonnen. Peptongehalt 0,067%.

Glas III. 71,3 g. Blut, 6 Min. nach der Einspritzung aufgesammelt. Peptongehalt 0,015%.

Glas IV und Glas V mit Proben, die 16 resp. 36 Minuten nach der Injection gewonnen wurden, sind völlig peptonfrei.

In der Blase finden sich 22 ccm. eines blassen Harns vor, der weder Eiweiß, noch Pepton enthält.

Eine ganze Anzahl von Versuchen der genannten Art hat mich davon überzeugt, dass das dem Kreislaufe einverleibte Pepton bereits wenige Minuten nach der Injection nicht mehr im Blute nachzuweisen ist.

Aus diesem Befunde glaubte ich schließen zu müssen, dass das injicirte Pepton sehr schnell seine charakteristischen Reactionen einbüße d. h. in einen andern Körper umgewandelt werde, und nur durch diese Annahme schien mir auch eine Erklärung der an einer frühern Stelle mitgeteilten Erfahrung möglich, dass man aus den Verschiedenheiten im Procentgehalt von Pfortader- und Carotidenblut keinen direkten Beweis für die Resorptionsbahnen des Peptons zu erbringen vermag.

Auch Plósz und Gyergyai haben bereits von einer derartigen Umwandlung gesprochen und den Ort derselben in die Leber verlegt. Nach meinen Erfahrungen ist jedoch diese nicht als Stätte zu betrachten, an welcher eine ausschließliche oder auch nur eine besonders hervorragende Umwandlung stattfindet. Hierfür spricht der folgende Versuch, in welchem eine Injection nach vorheriger Unterbindung der Pfortader und der Leberarterie vorgenommen wurde; dessenungeachtet war schon 10 Minuten nach seiner Einverleibung kein Pepton im Blute mehr nachweisbar, und auch der Harn erwies sich als peptonfrei.

Einem 16,4 kg. schweren Hunde, der vierundzwanzig Stunden lang gefastet hat, wird nach vorheriger Einbindung von Kanülen in

die Carotis und Jugularis ein Ligaturstab zum zeitweiligen Zuschnüren der Gefäße an die Pfortader und Leberarterie gelegt.

Die genannten Gefäße werden fest zugeschnürt und es wird alsdann sofort die Injection von 1,5 g. Pepton in 10 ccm. Kochsalzlösung bewirkt. Diese Operation ist in $1^1/_2$ Minuten vollendet. 10 Minuten später werden 135 g. Carotidenblut aufgesammelt. Das Tier wird nunmehr getötet.

Bei der Autopsie zeigen sich die Gefäße des Magens und Darmkanals strotzend mit Blut gefüllt, sodass die Wandungen des Verdauungsapparates tief blauschwarz erscheinen. Die Leber ist außerordentlich bleich und es ergibt sich, dass die beabsichtigte Unterbindung vollkommen geglückt ist.

Das von seinen Eiweißkörpern befreite Blut wird auf ca. 25 ccm. eingeengt und es gelingt auch bei dieser Concentration nicht, Spuren von Pepton im Blute nachzuweisen. Der Harn, der sich in einem mäßigen Quantum in der Blase vorfand, wird nach der Entfärbung mittels Tierkohle mit gleich negativem Erfolge auf Pepton untersucht.

Beim Suchen nach dem Orte der Umwandlung habe ich weiter Digestionen von Pepton mit lebenswarmem Blute außerhalb des Organismus vorgenommen. Frisch defibrinirtes Blut wurde deshalb mit minimalen Mengen der Substanz versetzt und längere Zeit bei Körperwärme geschüttelt. Die vielfach modificirten Versuche dieser Art führten ausnahmslos zu dem Ergebniss, dass eine Veränderung des Peptons unter diesen Verhältnissen nicht stattfindet. Digestionen mit völlig intaktem Blute führten zu keinem andern Resultate als solche mit defibrinirtem Blute. Leitete ich frisches Aderlassblut in Gläser, welche eine wechselnde Menge von Peptonlösung enthielten, so beobachtete ich wol eine Verzögerung der Gerinnung, die sich um so bedeutender geltend machte, je größer die Menge des zugeführten Körpers war, indess niemals ein Verschwinden des Peptons.

Weiterhin versuchte ich der Lösung der Aufgabe näher zu treten, ob das Pepton nach seinem Eintritte in die Blutbahn in Eiweiß verwandelt werde. Denn da Henninger und auch Hofmeister Pepton in gerinnbares Eiweiß überzuführen vermochten, so war in meinen Versuchen an die gleiche Umformung zu denken. Sollte in der Tat das Pepton innerhalb der Blutbahn zu Albumin umgeformt werden, so müsste dieses aus dem Unterschiede im Eiweißgehalte zu erkennen sein, den das Blut vor und nach der Einverleibung des Peptons besitzt.

Einem Hunde von 8,8 kg. Körpergewicht wurde daher eine Blutprobe von 100 ccm. entzogen und alsdann wurden dem Tiere 10 Grm. Pepton in 50 ccm. 0,5% Kochsalzlösung im Verlaufe von 27 Minuten in die Blutbahn geführt. 5 Minuten später wurde das Tier getötet. Aus dem hierbei gesammelten Carotidenblut ward im Serum im Mittel aus zwei Wägungen der Eiweißgehalt zu 4,39% gefunden, während

das vor der Peptoninjection aufgesammelte Blut gleichfalls im Mittel aus zwei Bestimmungen 5,12% Eiweiß enthielt.

Zur Deutung dieses Ergebnisses sei als wahrscheinlich angenommen, dass das Tier 7% seines Körpergewichts an Blut und dieses wiederum 75%, im Ganzen also 458 g. an Serum besessen habe. Dieses Quantum wurde durch den Aderlass von 100 Blut = 75 Serum auf 383 g. gebracht. Hierzu wurden 50 ccm. 0,5% Kochsalzlösung gefügt, wodurch die Menge des Serums auf 433 mit einem Procentgehalt an gerinnbarem Eiweiß von 4,79% gekommen. Gefunden aber wurden, wie bereits erwähnt, nur 4,39%.

Obschon es nach dieser Auslegung des Versuches den Anschein gewinnt, als wenn sich das Pepton nicht zu coagulirbarem Eiweiß umgewandelt habe, so bin ich doch weit entfernt, dieses hiermit als bewiesen anzusehen. Denn sehr verwickelte Nebenwirkungen, die sich sowol auf die Zusammensetzung des Blutes als auch auf die Spannung der Gefäßwandung erstrecken, lassen Versuche in der angedeuteten Richtung einstweilen als verfrüht erscheinen.

Von den genannten Nebenwirkungen glaube ich zunächst den Einfluss des Peptons auf die Gerinnbarkeit des Blutes hervorheben zu sollen, denn es vermag das Pepton die Gerinnbarkeit des Blutes völlig aufzuheben. Werden für jedes Kilogramm Hund 0,3 bis 0,6 g. Pepton dem kreisenden Blute beigemischt, so hat das letztere schon im Verlauf von einer Minute die Befähigung angenommen, auch außerhalb der lebendigen Gefäße flüssig zu bleiben, eine Eigenschaft, die das circulirende Blut nach vollzogener Einspritzung mindestens eine halbe, öfter aber auch noch über eine Stunde hinaus bewahrt. Wird das Blut um ein Weniges später als zu den bezeichneten Terminen abgelassen, so erweist es sich zwar wieder als gerinnbar, aber der Faserstoff scheidet sich nur langsam und spärlich ab. Erst in einem noch späteren Termine ist das Blut wieder im Besitze seines ursprünglichen Gerinnungsvermögens.

Da nun selbst nach Verlauf der kürzesten der eben genannten Fristen kein Pepton im Blute mehr nachzuweisen ist, so kann mit Sicherheit angenommen werden, dass die Gerinnungsunfähigkeit von der Anwesenheit dieses Stoffes im Blute selbst nicht abhängig ist.

Für die Frage, warum das Blut infolge von Peptoninjectionen seine Gerinnbarkeit einbüßt, muss die Beobachtung des abgelassenen Blutes und speciell die Ermittlung der Bedingungen, unter denen dem Blute die Gerinnbarkeit zurückgegeben werden kann, von Bedeutung sein. In dieser Hinsicht ermittelte ich nun, dass man in dem durch Peptoninjectionen gerinnungsunfähig gemachten Blute durch Zusatz von Fibrinferment stets in kurzer Zeit eine Ausscheidung von Faserstoff bewirken kann und dass überhaupt die Ursache jenes eigentümlichen Verhaltens auf Mangel an Fibrinferment zurückgeführt werden muss.

Gelegentlich einer längeren Beobachtung der Blutproben wurde ermittelt, dass Fäulniss dieselbe Wirkung äußert wie Fibrinferment. Fiel Blut, welches spontan nicht gerinnen wollte, der Fäulniss anheim, so kam es stets zu einer mehr oder weniger umfangreichen Ausscheidung von Faserstoff. Diese Beobachtung führte zu Versuchen, in denen ich Peptonblut, welches für sich nicht gerinnen wollte, mit kleinen Mengen einer filtrirten faulen Eiweißlösung versetzte; hier trat nach kurzer Zeit umfangreiche Fibrinbildung auf, genau so, als wenn Fibrinferment zugefügt worden wäre.

Das Mitgeteilte rechtfertigt die Vorstellung, dass durch den Zutritt des Peptons zum Blute die Bedingungen, unter denen die Entstehung des Fibrinferments erfolgt, eine Aufhebung erleiden. Ist die Annahme der tüchtigsten Kenner der Gerinnungsvorgänge richtig, dass das genannte Ferment aus einem Zerfall der farblosen Blutkörperchen hervorgeht, so muss dem Pepton eine eigentümliche Einwirkung auf diese Gebilde zukommen, wobei möglicherweise der gleich zu besprechende lähmende Einfluss dieses Körpers auf die Gefäßwandung eine hervorragende Rolle spielt, denn wir wissen ja, dass unter solchen Verhältnissen die farblosen Blutkörperchen die Neigung äußern, sich der Gefäßwandung innig anzulegen und diese sogar mittels amoeboider Bewegungen zu durchwandern. Mit dieser Vorstellung in Einklang zu bringen ist auch das Verhalten von solchem Blut, welches aus der Ader heraus in eine Peptonlösung hineinfließt. Dieses Blut nämlich bleibt keineswegs flüssig, sondern gerinnt in der Regel schon sehr bald; nur durch Anwendung sehr erheblicher Peptonmengen (1 Vol. conc. Peptonlösung auf 3 Vol. Blut) gelingt es, die Gerinnung einigermaßen nennenswert (ca. 30 Minuten) zu verzögern.

Die andere bedeutungsvolle Wirkung des Peptons, nämlich diejenige auf den Tonus der Gefäße, macht sich kurze Zeit nach der Einführung des Peptons ohne Weiteres geltend durch den schwachen Strahl, mit welchem das Blut aus einer geöffneten Carotis fließt. Hat sich alsdann das Tier verblutet, so fällt bei der Bloßlegung der Eingeweide und anderer durchscheinender Teile eine sehr starke Rötung auf, welche nur von einer Ausdehnung der feinen Gefäßbezirke abgeleitet werden kann. Diese Erscheinungen weisen auf eine Gefäßlähmung hin, sei es dass diese durch unmittelbare Einwirkung auf die Gefäßwandung oder durch nervöse Einflüsse bedingt wird. Tatsächlich konnte ich mich nun von dem bedeutenden Absinken des arteriellen Drucks infolge von Peptoninjectionen überzeugen, wie das die folgenden Versuche näher beweisen.

Einem Hunde von 7,9 kg., der einen Carotidendruck von 208 mm. besitzt, werden 2 h. 25′ 5 ccm. einer 20procentigen Peptonlösung schnell in die Jugularis gespritzt. Der Druck beginnt sofort zu sinken und hat bereits 2 h. 53′ einen Minimalwert von 42 mm. angenommen. Nachdem der Druck 3 h. 21′ wieder annähernd seine ur-

sprüngliche Höhe erreicht hat, werden dem Tiere 5 g. Pepton in 26 ccm. 0,5 % Kochsalzlösung so schnell zugeführt, dass die Injection 3 h. 22′ bereits vollendet ist. Der Blutdruck, beim Beginn der Injection 164 mm. betragend, ist 3 h. 22′ bereits auf 41 mm. abgesunken. Während die Zahl der Herzschläge sich bedeutend vermehrt, sinkt der Druck jetzt immer mehr und mehr und hat 3 h. 26′ einen Wert von 26 mm., 1 Minute später einen solchen von 18 mm. angenommen. 3 h. 29′ zeigt das Quecksilbermanometer 12 mm. an; es treten jetzt Krämpfe auf, die immer heftiger werden. 3 h. 35′ geht der Hund infolge von Gefäßlähmung zu Grunde.

Dem Pepton wohnt also die Fähigkeit inne, den Tonus der Gefäße bis zu dem Grade herabzusetzen, dass der Tod des Tieres eintritt. Erwägt man, dass bei schneller Zufuhr schon mäßige Mengen dieses Körpers tötlich wirken, so dürfte eine therapeutische Verwertung von Peptoninjectionen, wie sie von dem amerikanischen Arzte Mundé vorgeschlagen ist, nur mit äußerster Vorsicht auszuführen sein.

Oben konnte schon gezeigt werden, dass das schnelle Verschwinden des Peptons aus dem Blute nicht auf eine direkte Ausscheidung dieses Körpers durch die Nieren zurückzuführen sei. Wies schon die dort mitgeteilte Tatsache, dass ein 10,6 kg. schwerer Hund, dem 10 g. Pepton ins Blut gebracht wurden, innerhalb 72 Minuten nur 30 Tropfen Harn secernirte, auf den Bestand einer hochgradigen Störung der Nierenfunktion, so ließ sich auch noch der Nachweis führen, dass die Erniedrigung des arteriellen Drucks durch das injicirte Pepton eine so bedeutende ist, dass die Harnsecretion zum vollständigen Stillstande gelangt: Einem Hunde von 11,3 kg. Körpergewicht wurden nämlich in beide Ureteren und zwar in der Nähe ihres Blasenendes Kanülen eingebunden und es ward jetzt zunächst der Umfang der normalen Harnsecretion festgestellt. Die Absonderung fand in beiden Nieren continuirlich und annähernd in demselben Umfange statt: im Verlaufe von 22 Minuten wurden aus jeder Niere 1,5 ccm. Harn gewonnen. Nunmehr wurden 10 g. Pepton, in 75 ccm. frischem defibrinirten Blute gelöst, in die Jugularis gebracht. Das Einströmen geschah hierbei gleichmäßig und so allmählich, dass zur Vollendung desselben 32 Minuten erforderlich waren. Gleich mit dem Beginn der Peptonzufuhr sank die Harnsecretion vollständig auf Null und es konnte in einem Zeitraum von 41 Minuten auch nicht ein einziger Tropfen Harn gewonnen werden.

Nach diesem Erfolge ist also die Entfernung des Peptons durch die Niere so lange als ausgeschlossen zu betrachten, als der niedre Stand des arteriellen Drucks anhält. Da nun bei der Wiederkehr einer höhern Gefäßspannung bereits weit mehr Zeit verstrichen ist, als zum Verschwinden des Peptons aus der Blutbahn erforderlich ist, so wird nur dann auf einen Austritt des Peptons aus dem Harne zu rechnen sein, wenn dieses innerhalb der Blutbahn keine Umwandlung

erleiden, sondern wenn es befähigt sein sollte, sich schnell im Nierenparenchym aufzuspeichern oder wenn es zu diesem Zwecke andre Gewebe benutzen sollte, von denen aus dann wieder sein Rücktritt ins Blut zum Zwecke der Ausscheidung durch die Nieren erfolgte.

In den in der Originalarbeit mitgeteilten Versuchen (s. Du Bois-Reymond's Archiv) habe ich nun stets, auch da, wo es nicht ausdrücklich angegeben ist, mein Augenmerk auf das Vorkommen von Pepton im Harne gerichtet und nur in zwei Fällen konnte es mir gelingen, den Uebertritt ganz winziger Spuren nachzuweisen. Ich muss indess bemerken, dass meine Thiere ausnahmslos schon kurze Zeit nach der Injection getödtet wurden und dass mit Rücksicht auf eine neuere Arbeit, auf welche ich sogleich zu sprechen kommen werde, mein Schluss, das Pepton gelange nicht durch die Nieren zur Ausscheidung, möglicherweise, aber nicht wahrscheinlich nur für bestimmte Verhältnisse zutrifft.

Hofmeister nämlich hat unlängst behauptet, dass bei der direkten Einführung von Pepton in die Blutbahn der größte Teil desselben unverändert durch die Nieren den Körper verlasse und dass dieser Uebertritt in den Harn keineswegs alsbald erfolge, sondern noch einige Stunden nach der Injection von statten gehe.

Nun lassen sich aber gegen die Beweiskraft der Versuche, auf welche sich diese Annahme stützt, eine ganze Reihe gewichtiger Einwände erheben[1]).

Zunächst nämlich sind die einschlägigen Erfahrungen zum Teil an Kaninchen gesammelt, bei denen sich nach meinen Erfahrungen die Peptonwirkung ganz anders äußert: Hier entzieht sich das circulirende Pepton nur ganz allmählich dem Nachweise, das Blut bleibt im Vollbesitze seines Gerinnungsvermögens und die injicirte Substanz tritt tatsächlich leicht in den Harn über, ein Verhalten, auf welches ich schon gelegentlich meiner ersten Injectionsversuche stieß.

Die Kaninchenversuche sind deshalb bei der Beurteilung der genannten Frage ganz außer Betracht zu lassen und es verbleiben nur acht Versuche an Hunden. Hier wurde nun fünfmal das Pepton mittels Injection einer wässerigen Lösung in das subcutane Gewebe gebracht und nur in drei Fällen wurde wenigstens insofern in Uebereinstimmung mit dem von mir benutzten Verfahren gearbeitet, dass den Tieren das Pepton, wenngleich in Wasser und nicht in Kochsalz oder defibrinirtem Blut gelöst, direkt ins Blut gespritzt wurde. In diesen drei Versuchen nun ist auch nicht ein einziges Mal ein Uebertritt von Pepton in das Nierensecret festgestellt: in einem Falle enthielt der Harn wol Eiweiss aber kein Pepton, im zweiten Versuche konnte der

1) Eine eingehende experimentelle Prüfung der Hofmeister'schen Angaben vorzunehmen, bin ich in meiner gegenwärtigen Stellung außer Stande und muss sie deshalb auf eine spätere Zeit verschieben.

Harn nicht aufgesammelt werden und im letzten Versuche fand sich überhaupt kein Tropfen Harn in der Blase vor, obschon seit Beginn der Operation 80 Minuten verstrichen waren.

Nur bei subcutaner Injection zeigte der Harn ein Verhalten, aus welchem Hofmeister auf die Gegenwart von Pepton geschlossen hat. Es fragt sich aber, ob die angetroffenen Erscheinungen nicht ganz andrer Deutung fähig sind. Es wurde schon erwähnt, dass bei diesen Versuchen ein ganz und gar ungenügendes Lösungsmittel, nämlich das Wasser, zur Anwendung gelangte, ein Mangel, der um so schwerer in's Gewicht fallen muss, als zum Nachweise und zur Bestimmung des Peptons nur die specifische Drehung und die Biuretprobe in Anwendung kamen. Da nun längst festgestellt ist, dass durch die Injection von bloßem Wasser das Auftreten von linksdrehenden Substanzen, speciell von Eiweißkörpern, bewirkt werden kann, so können Hofmeister's Angaben um so weniger Anspruch auf Beweiskraft erheben, als die nebenbei noch konstatirte Biuretreaktion keine specifische Peptonprobe ist, sondern den Eiweißkörpern gleichermaßen zukommt wie dem Pepton. Hier wäre stets die völlige Abwesenheit von Eiweißkörpern untadelhaft festzustellen gewesen.

Ferner erweckt noch jener bereits mitgeteilte Versuch, in welchem tatsächlich Eiweiß aber keine Spur von Pepton im Harne angetroffen wurde, den begründeten Verdacht, daß nicht völlig reines Pepton zur Anwendung gelangte, sondern solches, welches mit dem noch als Eiweißkörper zu betrachtenden Propepton vermengt war. Dieser Substanz, welche nur schwer vom Pepton völlig abgeschieden werden kann, wohnt nämlich die Fähigkeit inne, schon bald nach ihrem Eintritt in die Blutbahn in das Nierensecret überzutreten, ein Verhalten, welches mich gerade zu einem eingehendern Studium derselben veranlasst hat. Gelegentlich der Injection einer nicht ganz gereinigten Peptonlösung in die Blutbahn traf ich nämlich in dem bald darauf gewonnenen Harne den genannten Eiweißkörper an, während auch nicht die Spur von Pepton im Nierensecrete nachgewiesen werden konnte. Scharf wie mit den besten chemischen Reagentien hatte die Niere hier das Propepton isolirt, eine Erscheinung, der ich im weitern Verlaufe der Versuche noch häufiger begegnete.

Ich muss demnach den behaupteten hochgradigen Uebertritt von Pepton in den Harn zwar nicht für unmöglich, aber für unwahrscheinlich und einstweilen noch für völlig unbewiesen halten.

Hofmeister bespricht weiter den Vorgang der normalen Resorption und glaubt, dass die von mir festgestellte giftige Wirkung des Peptons einen Grund abgebe, den Eintritt desselben ins Blut vom Darme aus unmöglich erscheinen zu lassen. Hierauf ist zu erwidern, dass ein den Bestand des Organismus gefährdendes Absinken des Blutdrucks nur bei dem schnellen Einverleiben von verhältnissmäßig großen Peptonmengen beobachtet wird, nicht aber beim langsamen

Zufließen kleiner Quantitäten. Ich bin geneigt anzunehmen, dass sich auch bei der normalen Resorption eine geringe Andeutung von jenen Wirkungen geltend macht, denn die Erscheinungen von Unbehagen, Mattigkeit und Schlummersucht, die sich nach einer reichen Mahlzeit einstellen, können ganz zwanglos auf eine Peptonwirkung vom Blute aus zurückgeführt werden, auf deren Bestand ja auch das von Pawlow constatirte nicht unwesentliche Absinken des arteriellen Drucks nach der Nahrungsaufnahme spricht. Das tatsächliche Vorhandensein von Pepton im Blute zur Zeit der lebhaftesten Resorption, dürfte die beste Stütze für diese Annahme sein.

Legten mir meine Versuche die Deutung nahe, dass das resorbirte Pepton schnell und zum größten Teil schon innerhalb der Blutgefäße der Darmwandung umgewandelt werde, so macht sich Hofmeister von der normalen Resorption folgende Vorstellung: Wenn das im Darm gebildete Pepton in die Schleimhaut hineindiffundirt ($^1/_2$ Seite weiter findet sich in gesperrter Schrift, dass die Resorption des Peptons kein Diffusionsvorgang sei), so müsse es, ehe es die Kapillaren erreiche, eine Schicht adenoiden Gewebes durchwandern, welche bei nüchternen Tieren eine mäßige Zahl, bei verdauenden Tieren aber eine außerordentlich große Anzahl von Lymphzellen beherberge. Die Resorption des Peptons sei eine Funktion dieser farblosen Blutkörperchen, welche bei der Eiweißernährung eine ähnliche Rolle spielten wie die roten Blutkörperchen bei der Atmung.

Gegen diese eigentümliche Auffassung ist geltend zu machen, dass die Blutgefäße des Darms ganz oberflächlich gelegen sind, namentlich betrifft dies das dichte Kapillarnetz der für die Resorption so wichtigen Zotten. Hier sind die engmaschigen Gefäßnetze nur durch eine äußerst spärliche Lage vom Epithel getrennt. Aber selbst angenommen, dass sich hier eine mehrfache Lage von farblosen Blutkörperchen zur Bindung des Peptons vorfände, so käme selbst ein solches Verhalten bei der großen Quantität des zu resorbirenden Peptons kaum in Betracht. Versuche über die Verdauung des Fleisches (Du Bois-Reymond's Archiv) zeigten mir, dass ein kleiner Hund von 8 kg. bei der mäßigen Aufnahme von 200 g. gut zerkleinerten Fleisches schon 1 Stunde nach der Nahrungsaufnahme 16 g. Eiweiß, hiervon nachweislich mindestens 10 g. Pepton, pro Stunde resorbirte. Eine solch enorme Menge von Pepton zu binden, dürften aber die wenigen farblosen Blutkörperchen außer Stande sein; denn nicht schnell und im dichten Schwarm könnten sie mit Pepton beladen abziehen um neuen Genossen Platz zu machen, sondern bei der schwerfälligen und trägen Wanderung im adenoiden Gewebe würde sich ein derartiger Wechsel nur äußerst langsam vollziehen. Unter der stillschweigenden Voraussetzung, dass dem Eintritt des Peptons in die Blutbahn kein Hinderniss entgegenstände, würden die farblosen Blutkörperchen einer Aufgabe im Sinne Hofmeister's schon weit besser

gerecht, wenn sie bei ihrer schnellen und ununterbrochenen Wanderung durch das ungemein entwickelte Kapillarnetz des Darms das Pepton ruhig an sich herantreten ließen. Hier freilich wäre die Anzahl der in einem gegebenen Moment mit dem Pepton in Berührung kommenden Körperchen nicht sehr groß und deren Wirkung daher nicht erheblich, aber durch äußerst häufige Summirung von an sich nur unerheblichen Wirkungen ließe sich schon ein großer Endeffekt erzielen.

Doch auch vom experimentellen Standpunkt aus werden gewichtige Bedenken gegen die Hypothese Hofmeister's laut. Wol kaum an einer andern Stelle dürfte das Pepton besser Gelegenheit haben, mit den farblosen Blutkörperchen in eine ungemein innige Beziehung zu kommen als innerhalb des Lymphgefäßsystems. Käme den Lymphzellen in der Tat eine peptonbindende oder -umwandelnde Fähigkeit zu, so müsste diese daher wol innerhalb des Lymphgebietes am besten zu konstatiren sein. Von diesem Gesichtspunkt aus sind die folgenden Beobachtungen zu beurteilen:

Einem Hunde von 13,6 kg. Körpergewicht wird nach vorheriger Verabreichung einer kleinen Menge Fett eine Kanüle in den Ductus thoracicus eingebunden. Im Laufe von 46 Minuten werden 40 ccm. Chylus gewonnen; dieser ist milchweiß. Nunmehr werden dem Tiere 0,125 g. Pepton in 5 ccm. 0,5 procentiger Kochsalzlösung in den Sohlenballen des linken Hinterfußes injicirt, der Ballen wird alsdann gut ausgedrückt und die Gliedmaße anhaltend bewegt. Der Chylus verliert jetzt sehr bald seine milchige Beschaffenheit und fließt schneller. Im Laufe einiger Minuten werden 10 ccm. aufgesammelt. Während der erstgewonnene Chylus auch nicht eine Spur von Pepton enthält, gibt der andere nach völliger Entfernung der Eiweißkörper bei einem Volum von 27 ccm. eine Biuretreaktion, die mit derjenigen einer Peptonlösung von $1^{00}/_{00}$ übereinstimmt. Dementsprechend muss dieser Chylus als sehr peptonreich bezeichnet werden.

Aber auch bei Anwendung weit geringerer Mengen gelingt noch der Nachweis, dass das Pepton innerhalb des Lymphgebietes keine merkliche Umwandlung erleidet:

Ein 11,6 kg. schwerer Hund wird wie im vorstehenden Versuche behandelt. Nachdem innerhalb 80 Minuten 32,5 ccm. Chylus von milchiger Beschaffenheit aufgesammelt werden, wird die Injection von 0,025 Pepton in 5 ccm. 0,5 procentiger Kochsalzlösung in den Sohlenballen eines Hinterfußes vorgenommen, der Ballen gut ausgedrückt und die Gliedmaße nunmehr 5 Minuten hindurch kräftig bewegt. Der jetzt stärker strömende Chylus ist meist durchsichtiger; es werden von ihm innerhalb 16 Minuten 25 ccm. gewonnen. Der zuerst aufgesammelte Chylus ist frei von Pepton, während der andere nach der völligen Befreiung von reinen Eiweißkörpern bei einem Volum von 21 ccm. noch eine sehr deutliche Biuretreaktion erkennen lässt.

Die genannten Versuche sprechen demnach durchaus nicht zu Gunsten der angeführten Hypothese.

Die bereits mehrfach berührte giftige Wirkung des Peptons macht sich stets schon bald nach der Einspritzung geltend und äußert sich durch kurze Unruhe, auf die sehr bald ein soporöser Zustand folgt, welcher sich von Seiten der Stimmritze durch schnarchendes Atmen und sonst noch durch eine erhebliche Schlaffheit und Widerstandslosigkeit der Gliedmaßen ausdrückt. Die Tiere erscheinen wie narkotisirt.

Fasse ich die Resultate der vorhergehenden Artikel kurz zusammen, so glaube ich zu folgenden Behauptungen berechtigt zu sein:

Die Peptonisirung der Eiweißnahrung erfolgt in einem weit größern Umfang als man bisher gelehrt hat, und bereits im Magen wird der größte Teil des Eiweißes in Pepton verwandelt.

Die Menge des im Magen befindlichen Peptons ist zu allen Zeiten der Verdauung annähernd dieselbe und übertrifft das gleichfalls annähernd constante Quantum des sonst noch in Lösung befindlichen Eiweißes ganz erheblich.

Im Darmkanal findet sich niemals ein größeres Quantum noch verdaubaren Futters vor; die hier anzutreffenden Verdauungsprodukte stehen an Menge denen des Magens bedeutend nach. Auch im Darmkanal besteht das in Lösung befindliche Eiweiß zum größten Teil aus Pepton.

Der Inhalt des Dünndarms reagirt bis zum Endabschnitte hin sauer. Hierdurch wird ein zäher gelber Niederschlag bewirkt, welcher im Wesentlichen aus einer Verbindung der Taurocholsäure mit dem Pepton besteht; derselbe reißt das Pepsin mechanisch nieder und schützt auf diese Weise das Trypsin vor der Zerstörung durch den Magensaft. Aber die saure Reaktion des Dünndarminhalts bedingt es auch, dass krystallinische Zersetzungsprodukte des Eiweißes in geringer Menge gebildet werden, dass von der Umwandlung und Resorption einer nennenswerten Quote der Eiweißnahrung in dieser Gestalt gar keine Rede sein kann.

Die Resorption hält gleichen Schritt mit der Verdauung.

Der Chylus führt nachweislich kein Pepton aus der Darmhöhle ab, wol aber stößt man im Blut gefütterter Tiere zur Zeit der lebhaftesten Resorption auf dieses Verdauungsprodukt, während es dem Blute nüchterner Tiere völlig fehlt. Dieser Befund widerlegt um so mehr die herrschende Lehre, dass die Chylusgefäße bei der Eiweißresorption eine bevorzugte Rolle spielen, als auch der Nachweis geliefert ist, dass nach der völligen Absperrung das Chylus von der Blutbahn die Resorption der Eiweißnahrung wie bei offnen Chyluswegen stattfindet und dass auch hier genau wie unter normalen Verhältnissen, ein der resorbirten Nahrung entsprechendes Quantum Stickstoff durch den Harn zur Ausscheidung gelangt.

Die im Blute gefütterter Tiere anzutreffenden Peptonmengen sind nur sehr minimal und man ist aus Verschiedenheiten im Procentgehalt von Pfortader- und Carotidenblut nicht im Stande, die Resorptionsbahnen des Peptons direkt nachzuweisen, weil dieser Körper bereits sehr bald nach seinem Uebertritt in das Blut um sein charakteristisches Verhalten gebracht wird. Die Veränderung des Peptons erfolgt, wie Injectionen mit selbst sehr großen Mengen beweisen, so schnell, dass unter physiologischen Verhältnissen der weitaus größte Teil des resorbirten Peptons wol bereits innerhalb der Blutgefäße der Darmwandung von ihr befallen werden.

Die Anschauung Hofmeister's, die Resorption und Umwandlung des Peptons sei eine Funktion von farblosen Blutkörperchen, welche im adenoiden Gewebe der Schleimhaut vorkommen, um bei der Ernährung eine ähnliche Rolle zu übernehmen, wie die roten Blutscheiben bei der Atmung, findet keine experimentelle Stütze; denn selbst höchst minimale Mengen von Pepton werden bei längerer Wanderung durch das Lymphgefäßsystem keineswegs verändert.

Durch Peptoninjectionen wird die Harnsecretion vorübergehend zum vollständigen Stillstand gebracht; die Möglichkeit eines Uebertritts von Pepton aus dem Blute in das Nierensecret ist, wenigstens unter den oben angegebenen Umständen, ausgeschlossen. Der von Hofmeister behauptete hochgradige Uebertritt von Pepton in den Harn ist ungenügend bewiesen.

Peptoninjectionen vermögen die Gerinnbarkeit des Blutes vorübergehend vollständig aufzuheben. Ein Zufügen von Fibrinferment zu derartigem Blute ruft zugleich eine lebhafte Faserstoffausscheidung hervor; eine ganz analoge Wirkung äußert auch die Fäulniss.

Das dem Blute einverleibte Pepton wirkt in nicht zu kleinen Dosen ausgesprochen giftig, und zwar erinnert seine Wirkung an die der Narcotica. Nicht gerade große Mengen von Pepton vermögen den Gefäßtonus bis zu einem tötlichen Grad herabzudrücken.

I. **Klebs**, Der Bacillus des Abdominaltyphus und der typhöse Process. Arch. f. exper. Pathol. Bd. XIII. Hft. 5 u. 6.

II. **Wilhelm Meyer**, Untersuchungen über den Bacillus des Abdominaltyphus. Inaug.-Dissert. Berlin 1881.

K. legt in dieser Arbeit noch einmal die bisher von ihm und seinen Schülern sowie von Eberth über den Bacillus typhosus publicirten Erfahrungen dar, erweitert dieselben bedeutend, verarbeitet sie experimentell-pathologisch und fasst sie schließlich vom Standpunkt der mykotischen Theorie aus zusammen. Die Arbeit kann nur dringend zum Selbststudium empfohlen werden; sie enthält eine Fülle

lehrreicher Einzelbeobachtungen, geistvoller Deductionen und Anregungen der verschiedensten Art, an denen der denkende und wissende Leser von seinem Standpunkte aus Kritik üben, die aber sicherlich Niemand ohne Nutzen studiren wird. Ref. muss sich darauf beschränken, aus der Menge des in der Arbeit niedergelegten Materials das wichtigste mitzuteilen.

Zunächst constatirt K. die Unterschiede, die zwischen den Prager Resultaten (Fischl, Eppinger, Klebs) und denen Eberth's bestehen. Während in Prag bei den Sectionen an Typhus Verstorbener die Bacillen einen regelmäßigen Befund bilden, sah sie Eberth in wenig mehr als der Hälfte der Fälle, und während K. lange, gegliederte Fäden, die stellenweise ein dichtes Maschenwerk bilden, beschreibt und abbildet, berichtet Eberth nur von kurzen, dicken Stäbchen, die teilweise Sporen enthalten.

Die erste Differenz erklärt Eberth selbst aus dem verschiedenen Alter der zur Untersuchung gekommenen Affectionen; denn wenn man auch ein constantes Vorkommen der Bacillen bei Ileotyphus als erwiesen annimmt, so ist damit doch nicht behauptet, dass dieselben sich während der ganzen Dauer der Krankheit und in allen Organen finden müssen. Vielmehr kann sehr wol, trotz ihrer massenhaften Anwesenheit im Beginn der Erkrankung am Orte der Primäraffection, später ihre Zahl so gering werden, dass ihr Nachweis in einzelnen Organen selbst dem geübtesten Untersucher nicht gelingt. K. hat diese Frage näher studirt und ist zu dem Ergebniss gekommen, dass als der eigentliche Herd und Ausgangspunkt der Erkrankung in Uebereinstimmung mit der klinischen Auffassung die Darmschleimhaut angesehen werden muss, in welcher die Spaltpilzentwicklung und die Gewebsveränderung vollkommen parallel gehen. Die Bacillenentwicklung in der Darmschleimhaut scheint in ca. 14 Tagen ihren Höhepunkt zu erreichen und dann zurückzugehen; alle spätern Veränderungen sind auf bacilläre Recidive zurückzuführen. Alle im Typhus vorkommenden Organveränderungen außer der Darmaffection, — also auch die Milzaffection — sind als sekundäre aufzufassen. Nur bei der Infection durch den Inspirationsluftstrom, von der K. an sich selbst ein eklatantes Beispiel erlebt hat, kann neben der Darmaffection, die durch die an der Oberfläche der Mund-, Nasen- und Rachenhöhle haften gebliebenen und dann mit dem Speichel verschluckten Pilze angeregt wird, gleichzeitig primär eine Lungenaffection sich entwickeln. — Die Fiebererscheinungen scheinen erst dann vorherrschend aufzutreten, wenn eine sekundäre Verbreitung der Bacillen vom Darme aus stattgefunden hat. Es können ausgebreitete Darmveränderungen bestehen, ohne dass die Temperatur erhöht wird (Strube, Fräntzel), so dass man ganz fehlgeht, wenn man das Alter der Erkrankung nach dem Auftreten des Fiebers zu berechnen versucht. Der nervöse sog. status typhosus ist nicht immer als ein Produkt der

Temperatursteigerung anzusehen, sondern beruht manchmal auf der Entwicklung der Bacillen in den Hohlräumen der Pia mater, wo K. dieselben einige Male in Massen angetroffen hat.

Ueber den Charakter der typhösen Darmveränderung bringt K. Anschauungen vor, die von der herrschenden Schulmeinung sehr beträchtlich abweichen. Nach ihm sind nicht die follikulären Gebilde des Darms der ursprüngliche Sitz der Erkrankung; vielmehr handelt es sich um eine, zunächst im untersten Abschnitt des Ileum, über der Bauhin'schen Klappe auftretende diffuse Erkrankung der Darmschleimhaut. Diese schreitet dann, nicht continuirlich, sondern in ihrer Localisation von der Lagerung der Darmschlingen beeinflusst, nach oben vor, während unten, an dem primären Sitz der Affection, dieselbe sich mehr und mehr auf die Umgebung der Follikel zurückzieht, bis schließlich nur noch die Schwellungen der letztern in der bekannten scharf umschriebenen Form zurückbleiben. Der diffuse Process beginnt nach K. mit sehr reichlicher Exsudation einer weißlichen oder durchscheinenden, mehr oder weniger getrübten gallertigen Flüssigkeit, deren Trübung durch abgestoßene Epithelien bedingt ist. Das ist das Bild eines desquamativen Katarrhs, wie er allen parasitären und manchen toxischen Erkrankungen des Darms eigentümlich ist; für Ileotyphus charakteristisch soll eine eigentümlich weißliche Färbung der Schleimhautoberfläche sein. Die oberflächlichen Schleimhautschichten sind diffus geschwollen, die Follikel treten nicht hervor, sind sogar schwer zu erkennen, und erst bei der Rückbildung des Processes entstehen perifolliculäre und schließlich folliculäre Infiltrationen, die die Gefahr der Ulceration und Nekrose mit sich bringen.

Während dieser Entwicklung des Processes verhalten sich nun die Bacillen folgendermaßen: Während der ersten Entwicklung findet man dieselben massenhaft in dem der Oberfläche anhaftenden Schleim, nicht selten mit mehrern, meist endständigen Sporen; neben kürzern Stäbchen bis zu 10 μ. auch längere fadenartige, und dann meist gewundene Gebilde. Die morphologische Unterscheidung dieser Formen von den im Darme häufigen Fäulnissbacterien ist nach K. nicht schwierig für ein geübtes Auge, noch charakteristischer aber ist ihr Verhalten zu den Geweben, in welche sie auf dem Wege der Lieberkühn'schen Drüsenschläuche eindringen. In diesen finden sie sich stets einzeln mehr oder minder zahlreich vor, nur im untersten Ende des Schlauches häufen sie sich in größerer Menge an. Nach Mitteilung einiger interessanter Krankengeschichten und Sectionsbefunde fasst K. seine Resultate über die Morphologie und das Vorkommen des Bac. typhosus in folgenden Sätzen zusammen:

1) Bac. typhosus ist ein constantes Vorkommniss in den Darminfiltraten Typhuskranker und findet sich auch in den als sekundäre typhöse Veränderungen zu bezeichnenden Affectionen der Mesenterialdrüsen, des Larynx, der Lunge, der Pia mater und der Nieren.

2) Er bildet, vollkommen entwickelt, lange ungeteilte und unver-

zweigte Fäden von mehr als 50 Mikren Länge und kaum 0,2 Mikren Breite, so lange keine Sporenentwicklung stattfindet, bei welcher er einen Dickendurchmesser von 0,5 Mikren erreicht. Die Sporen liegen einreihig, dicht hinter einander. Bevor der Bacillus zu dieser Entwicklung heranreift, bildet er kürzere Stäbchen, die ebenfalls schon Sporen enthalten können, gewöhnlich endständige. Den Uebergang zu den Fäden bildet ein Stadium reihenweis gestellter, nicht sporenhaltiger Stäbchen. Die Fadenform findet sich sowol in dichten Mycelien im Gewebe des Darms und Larynx, wie in einfach paralleler, lockiger oder spiraliger Form in den Blutgefäßen. Die Anwesenheit freier ovaler Sporen in manchen nekrotisirenden Geweben ist wahrscheinlich; sie liegen daselbst vereinzelt und sind wahrscheinlich die Vorstufen der kurzen Stäbchen Eberth's.

3) Zwischen Bacillus- und Gewebszellentwicklung besteht ein Antagonismus, die eine unterdrückt die andere. Wenn die Gewebszellentwicklung stärker ist, so kann sich der Bacillus nur in den Blutgefäßen weiterentwickeln.

4) Von den intravasculären Entwicklungen des Bacillus können secundäre Ablagerungen in der Pia mater, den Nieren, vielleicht auch in den Herzklappen und dem Myocardium ausgehen; die Lunge kann sowol sekundär wie als primäre Ansiedlungsstätte betroffen werden.

5) Mikrokokkenbildungen kommen nur in einzelnen Fällen vor und stellen dann Complicationen der bacillären Erkrankung dar.

6) Gasentwicklungen kommen bei besonders schweren Abdominaltyphen namentlich in den mesenterialen Lymphapparaten und den Nieren vor und stehen nicht immer im Zusammenhang mit der Verbreitung septischer Organismen. —

Um die Frage nach der Identität des Typhusgiftes und des Bac. typhosus zu entscheiden, muss den anatomischen Untersuchungen noch das Tierexperiment hinzugefügt werden. Dieses bietet aber gerade bei Untersuchungen von der Art der hier geforderten sehr erhebliche Schwierigkeiten. Denn die Krankheiten der Tiere sind nicht in ihrer Erscheinungsform identisch mit denen des Menschen. Wenn man daher entscheiden wollte, ob bei einem Kaninchen durch eine bestimmte Injection Typhus erzeugt wird, so musste man immer nach der größern oder geringern Aehnlichkeit der Symptome mit denen des menschlichen Typhus eine Wahrscheinlichkeitsdiagnose stellen. Wenn die oben angeführten Resultate richtig sind, so hat man jetzt an dem Auftreten oder Fehlen des Bacillus ein entscheidendes, pathognomonisches Kriterium. K. hat von diesem Standpunkte aus frühere Untersuchungen revidirt und seine eigenen Versuche angestellt. — Letzerich hat bekanntlich durch Injection von Typhusstühlen bei Tieren Typhus zu erzeugen versucht. In seinen Präparaten fand K., der sie nachuntersucht hat, massenhafte Mikrokokkenanhäufungen, aber keine Bacillen. — Brautlecht injicirte Trinkwasser eines typhös inficirten Schulgebäudes; hier fand K. mächtige interstitielle Neubil-

dungen in den Plaques, Mikrokokken fehlten und die Anwesenheit von Bacillus war ebenfalls nicht zu erweisen. — Chomjakoff arbeitete im Prager Institute unter den verschiedenartigsten Bedingungen. Seine Versuche sind nicht zu Ende geführt und bisher nicht publicirt. In Bezug auf die Einzelnheiten sei auf das Original verwiesen. Seine Resultate fasst K. dahin zusammen, dass nach verschiedenartiger Application des cultivirten und nicht cultivirten Typhusgiftes bei Kaninchen Krankheiten von manchmal protrahirtem, manchmal schnell tötlichem Verlauf auftreten, welche, abgesehen von der Injection unveränderter Typhusstühle, nicht zur Eiterung führen oder als Sepsis zu bezeichnen sind. Letztere Veränderungen treten dann ein, wenn der injicirte Darminhalt vorher einer 3—4stündigen Erwärmung auf 60—70° C. ausgesetzt war. Die anatomischen Veränderungen sind ähnlich den beim Abdominaltyphus des Menschen gefundenen, aber — der Nachweis von Bacillen gelang nicht.

Schliesslich hat K. selbst die Frage nach der Entwicklung des Bacillus im Tierkörper unter verschiedenen Bedingungen geprüft. Er fand, dass der Bacillus im abgestorbenen Gewebe keinen günstigen Entwicklungsboden findet; der locale Gewebstod wurde durch Digitoxininjectionen herbeigeführt. Da Nencki und Szpilmann gefunden haben, dass die pathogenen Schistomyceten des Milzbrandes der Einwirkung des Ozon widerstehen, die nicht im Organismus acclimatisirten Pilze aber nicht, so prüfte K. auch das Verhalten des Bac. typh. unter diesem Gesichtspunkt. Er fand, dass ozonisirte Kulturflüssigkeit sich zwar weniger wirksam zeigt als nicht ozonisirte, aber doch immerhin ihre Wirksamkeit nicht verliert. Bei der anatomischen Untersuchung der von ihm inficirten Tiere fand K., dass der Bacillus typh. auch in der Darmschleimhaut des Kaninchens sich zu jenem Fadenmycel entwickelt, der im Menschendarm die ganzen Typhusplaques durchsetzen und die Blutgefäße erfüllen kann. Die gefundenen histologischen Veränderungen stimmen ebenfalls in beiden Fällen vollkommen überein, so dass man berechtigt ist, die als identisch zu betrachtende Spaltpilzentwicklung als das eigentliche genetische Moment bei dem Typhusprocess anzusehen.

An diese Untersuchungen knüpft K. noch einen kleinen therapeutischen Excurs. Die Therapie des Typhus ist jetzt wesentlich eine antifebrile; vom Standpunkte der Klebs'schen Lehre aus bedarf sie entschieden einer Umgestaltung. Ist der oben ausgesprochene Satz betreffend die Rolle des Bacillus bei der Entstehung und Unterhaltung des Typhusprocesses richtig, so wird die Therapie vor Allem nach Mitteln suchen müssen; welche die Ansiedlung des Bacillus zu verhindern resp. ihn nach seiner Einwanderung unschädlich zu machen im Stande sind. Jedenfalls wird man also zu den antimycotischen Mitteln greifen und unter ihnen Umschau halten müssen, ob sich nicht eines findet, das auf den Bacillus so specifisch wirkt wie Chinin auf den Malariaerreger. Ein solches Mittel hat sich nun allerdings bisher

nicht gefunden; immerhin aber hat Immermann, der schon früher von ähnlichen Gesichtspunkten ausgehend die Behandlung mit Natr. salicyl. empfohlen hat, eine Verbesserung der Resultate in Bezug auf Sterblichkeit und Krankheitsdauer gesehen. Die Salicylbehandlung ist aber sehr schwer durchführbar, da das Mittel seiner störenden Nebenwirkungen wegen nicht in genügender Menge verabreicht werden kann. K. hat deshalb Natr. und Magn. benzoic. angewandt, von denen er 20 gr. pro die gibt, und die Resultate sind so günstig, dass er eine weitere Prüfung dieses Verfahrens an größerm Material dringend anempfiehlt.

Wilh. Meyer hat in einer auf Veranlassung C. Friedländer's unternommenen Arbeit ebenfalls die Frage nach dem Vorkommen des Bacillus bei Ileotyphus untersucht. Von 22 untersuchten Fällen ergaben 18 ein positives Resultat in Bezug auf den Nachweis der Spaltpilze; in den 4 negativen Fällen war teils die Diagnose, teils die Conservirung der Präparate zweifelhaft. M. liefert in allen wesentlichen Punkten eine Bestätigung der Resultate von Eberth und Klebs. Auf irgend welche theoretische Erwägungen geht M. nicht ein; er begnügt sich mit der Mitteilung seiner tatsächlichen Befunde. Nur gegen den therapeutischen Excurs von Klebs scheint er eine polemische Spitze zu kehren in der der Abhandlung angehängten These: Bei der Behandlung des Ileotyphus steht die Antipyrese im Vordergrunde.

Kempner (Berlin).

Ueber Ultramarin im Schnee. Von W. Krause.

Unna (Arch. f. pathol. Anat. 1880. Bd. 82. S. 190) hatte Ultramarin in Comedonen der menschlichen Haut beschrieben und von mir (Medicinisches Centralblatt. 1880. S. 865) war dasselbe aus dem Blau der Wäschestärke abgeleitet worden. Flögel (Meteorologische Zeitschr. 1881. S. 321 Nachtrag) hat dasselbe auch im frischgefallenen Schnee seines Gartens zu Bramstedt in Holstein im März 1881 nachgewiesen. Da sich an die in der Luft schwebenden Keime und sonstigen Körperchen mehrfaches Interesse knüpft, so mag es erlaubt sein, hier auf Flögel's Befund aufmerksam zu machen. So gut wie die Ultramarinkörnchen können auch Ansteckungsstoffe von der Haut von Kranken sich in die Luft erheben, von den Winden weitergeführt und mit den Meteorwässern niedergeschlagen werden. Es ist dabei zu bemerken, dass der Widerstand der Luft in quadratischem, das Volumen resp. das Gewicht in cubischem Verhältnisse abnehmen. Für sehr kleine Eisenkugeln von 0,018 Mm. Durchmesser, die also etwas mehr als den doppelten Durchmesser eines menschlichen Blutkörperchens haben, findet daher Flögel die höchstmögliche Fallgeschwindigkeit, welche sie überhaupt erreichen können, zu 1,69 M. in der Sekunde. Sogar Eisenpartikelchen können mithin durch einen warmen Lufthauch, den man kaum als Wind wahrnehmen kann, zum Aufsteigen gebracht werden.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. 28. December 1881. Nr. 19.

Inhalt: **Klebs**, Ueber Form und Wesen der pflanzlichen Protoplasmabewegung. — **Bütschli**, Modifikation der Paraffineinbettung für mikroskopische Schnitte. — **Perrier**, Die tierischen Kolonien. — **Brady**, Ueber einige arktische Tiefsee-Foraminiferen. — **Peyrani**, Harnstoff und Sympathicus. — **Glan**, Ueber die neuern Apparate zum Studium der Farbenempfindungen. — **Horváth**, Ueber einen eigentümlichen Fall von durch Insekten entstandener Hybridbildung. — **Gruber**, Anatomische Notizen.

Ueber Form und Wesen der pflanzlichen Protoplasmabewegung.

Von **Georg Klebs**, (Würzburg).

Ueber den Zusammenhang von Bau und Bewegung des Protoplasmas.

Die so mannigfaltigen Lebenserscheinungen des Protoplasmas, die verschiedenen Funktionen, die es zu gleicher Zeit ausführt, sein Wachstum, seine Fortpflanzung etc., sie weisen alle mit Entschiedenheit darauf hin, dass es einen eigenartigen Bau haben muss, dass es selbst ein complicirter Organismus ist. Seit Brücke in seiner bekannten Abhandlung „die Elementarorganismen" dies zuerst klar ausgesprochen hat, ist es die allgemeine Meinung geworden und jede tiefere Erklärung irgend einer der Lebensäußerungen des Protoplasmas muss sich jetzt gründen auf eine bestimmte Vorstellung von seiner Organisation. Im Allgemeinen ist man in der Erkenntniss der einzelnen Lebensprocesse noch so wenig weit vorgedrungen, dass Ansichten über die Zurückführung derselben auf Kräftewirkungen, die mit einer bestimmten Struktur des Protoplasmas in notwendigem Zusammenhange stehen, nur andeutungsweise geäußert worden sind. Am meisten sind es noch die Bewegungserscheinungen gewesen, die zu Untersuchungen und Vorstellungen über die innere Struktur des Protoplasmas angereizt und geführt haben, weil Bau und Bewegung desselben zu sehr in direkter Beziehung stehen, die Bewegung gleichsam als einfachste überall wesentlich gleichverlaufende Lebensäußerung erscheint. Sie ist vielleicht weniger eine besondere Funktion, die durch bestimmte ihr eigentümliche Processe vollführt wird, als ein

besonders lebhafter äußerer Ausdruck der beständig im lebenden Protoplasma sich abspielenden innern Veränderungen.

Für jede Erkenntniss solcher Vorgänge ist die erste Vorbedingung die gründliche Erforschung des Protoplasmas in chemischer wie physikalischer Beziehung; leider ist trotz so vielfältiger Versuche noch so wenig Positives darin geleistet worden. Das Protoplasma wird als ein Gemenge sehr verschiedener Stoffe aufgefasst; Reinke[1]) will nicht weniger als 40 unmittelbare Bestandteile desselben gefunden haben. Das Protoplasma erscheint als eine mehr oder weniger zähflüssige, schleimige Masse, deren Konsistenz in hohem Grade wechselnden Schwankungen unterworfen ist, die bald mehr fest, bald mehr flüssig ist, nie im lebenden Zustande wirklich einen von den beiden Aggregatzuständen erreicht. Was für einen innern Bau erkennt man nun an dem Protoplasma? Im Allgemeinen zeigen alle Plasmakörper einen Unterschied ihrer peripherischen Teile, die an andere Medien grenzen, von der innern Masse. Sowol an Plasmodien wie an dem in Membranen eingeschlossenen Protoplasma findet sich eine dichtere körnchenfreie peripherische Schicht, die „Hautschicht" oder „Hyaloplasma" (Pfeffer), die allmählich übergeht in das körnerhaltige „Körnerplasma" oder „Polioplasma" (Nägeli) Sie wird von vielen Forschern für eine dichtere Lage körnchenfreier Grundsubstanz gehalten. M. Schultze[2]) machte zuerst darauf aufmerksam, wie aus physikalischen Gründen eine solche dichtere Schicht an der Oberfläche des Plasma vorhanden sein müsse, sie als Contactmembran bezeichnend. Hofmeister[3]) erklärte geradezu die Hautschicht als herrührend von der allgemeinen Eigenschaft tropfbar flüssiger Körper eine die innere Masse weit übertreffende Dichtigkeit ihrer Oberfläche zu zeigen. Aus andern Gründen nimmt Pfeffer[4]) für alle Plasmagebilde für die Fälle wo sie mit andern Medien in Berührung treten, eine dünne membranartige Hülle an ein sog. „Hyaloplasmahäutchen". Nach ihm ist dieses hauptsächlich durch seine osmotischen Eigenschaften von dem übrigen Plasma verschieden und verhält sich in den meisten Beziehungen wie die künstlich herstellbaren Niederschlagsmembranen. Nach den Beobachtungen Strasburger's[5]) dagegen ist die Hautschicht eine durch besondere Struktur ausgezeichnete Modifikation des körnerhaltigen Plasmas. Er beruft sich vor allem auf die verschiedenen Beziehungen, die beide bei der Teilung der Zellen spielen, ferner darauf, dass bei der Hautschicht von Plasmodien, von

1) Reinke, Ueber die Zusammensetzung des Protoplasmas von *Aethalium septicum* Bot. Zeitg. 1880, S. 815.

2) Schultze, Das Protoplasma etc. S. 60—61.

3) Hofmeister, Pflanzenzelle, S. 3.

4) Pfeffer, Osmotische Untersuchungen, 1877 S. 123; Id. Handbuch der Pflanzenphysiologie, 1881 S. 32.

5) Strasburger, Studien über das Protoplasma. Jena 1876 S. 37.

Vaucheriaschwärmsporen in Spirogyrenzellen, eine besondre Struktur in einer feinen radialen Streifung auftritt. Andrerseits hebt er aber hervor, dass beide Substanzen leicht in einander übergehen, mit einander mischbar sind. Da wo eine solche Hautschicht nicht differenzirt zu sein scheint, wie bei den Pseudopodien der Rhizopoden, ferner vielen Plasmabändern in Pflanzenzellen, genügt nach Strasburger die Annahme eines physikalischen Oberflächenhäutchens.

Neben diesem längst bekannten Unterschied von Hautschicht und Körnerplasma hat man in neuerer Zeit noch eine feinere anatomische Struktur des letztern beobachten wollen. Heitzmann hat zuerst für das Plasma tierischer Zellen behauptet, dass es eine sichtbare netzförmige Struktur besitze und dass die Körnchen die Knotenpunkte dieses Netzes seien. Augenscheinlich hat Heitzmann[1]) diese Ansicht nur aus Bildern von toten zersetzten Zellen hergenommen. Als allgemeine Struktur für alles pflanzliche Protoplasma ist sie von Frommann[2]) und später von Schmitz[3]) angenommen worden. Letzterer ist besonders durch Erhärtungs- und Tinctionsmethoden zu dem Resultat gekommen, dass jedes Protoplasma, selbst das anscheinend homogene junger Zellen, zusammengesetzt ist aus einem Gerüste feinster Fasern oder Fibrillen, die meist deutlich zu der Gestalt eines regelmäßigen Netzes zusammentreten, dessen Maschen von einer homogenen flüssigen Masse erfüllt werden. Dieses Netz von feinen Fasern ist in beständiger Umformung und Veränderung begriffen. An den Berührungsstellen mit andern Medien z. B. mit der Zellwand oder mit Vacuolenflüssigkeit findet sich nach Schmitz eine dichtere Grenzschicht, die durch enges seitliches Zusammenfließen der innersten Lagen von Gerüstfibrillen hergestellt wird. Diese netzförmige Struktur des Plasmas ist wol zu unterscheiden von der bekannten gröbern netzkammerigen Struktur vieler Protoplasmakörper, die durch zahlreiche im Plasma eingebettete Vacuolen entsteht.

Diese Angaben über den feinern anatomischen Aufbau der Plasmagebilde sind noch sehr fragmentarisch, selbst zweifelhaft; jedenfalls sind sie noch nicht geeignet uns über die engern Beziehungen dieser Struktur mit den Bewegungserscheinungen Klarheit zu bringen. Die Vorstellungen, die man sich über den Zusammenhang von Bau und Bewegung des Protoplasmas gemacht hat, nehmen auch keine Rück-

1) Heitzmann, Untersuchungen über das Protoplasma I. Sitz. Ber. d. Wiener Akad. Bd. 67 S. 110.

2) Frommann, Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasma. Jena 1880. Leider konnte diese gewiss sehr fleißige Arbeit nicht benutzt werden wegen der darin herrschenden Unklarheit und der zu innigen Vermischung des Wahren und Falschen.

3) Schmitz, Untersuchungen über die Struktur des Protoplasmas und der Zellkerne der Pflanzenzellen. Sitz. Ber. der Niederrh. Ges. für N. u. Heilk. Bonn 1880.

sicht auf eine solche Struktur, höchstens sich beziehend auf das Verhältniss von Hautschicht und Körnerplasma; eher hat man versucht die Bewegung auf Kräfte zurückzuführen, die mit einer eigenartigen molekularen Organisation des Protoplasmas in Zusammenhang stehen.

Wenn man die vielfältigen Erklärungsversuche, die seit Corti's Zeit von den Bewegungserscheinungen gegeben worden sind, überblickt, erhält man ein sehr buntes Ideengemisch; es gibt wol keine Kraft in der Natur, die nicht zur Erklärung herangezogen wäre und manche neue ist dafür erdacht und zu finden geglaubt worden. Es soll hier nicht eine Geschichte aller dieser Hypothesen gegeben werden[1]); ein größeres Interesse knüpft sich an sie erst, seitdem das Protoplasma, das bekanntlich von Mohl zuerst als ein wesentlicher Bestandteil der Zellen erkannt wurde, durch Unger, Brücke, Schultze etc. in seiner jetzt allgemein angenommenen Bedeutung aufgefasst wurde. Und hervorzuheben ist hier gleich, dass viele der Streitfragen, die durch diese Forscher zur Discussion gekommen sind, bis auf die neueste Zeit nicht endgiltig zum Abschluss gebracht worden sind. Es hat sich auch jetzt noch nicht eine bestimmte Vorstellung, die zur innersten Ueberzeugung jedes Einzelnen geworden wäre, über das so eigenartige Phänomen der Plasmabewegungen allgemein Bahn gebrochen. Für die ersten genaueren Beobachter war es hauptsächlich nur die Bewegung der Amöben etc. und die Strömung in den Pflanzenzellen, die sie bei ihrer Erklärung im Auge hielten und es war wesentlich die Frage, wie innerhalb des Protoplasmakörpers in Bezug auf seine physikalische Beschaffenheit die Bewegung zu stande komme, die näher berücksichtigt wurde. Die eigentliche Ursache der Bewegung verlegte man in die nicht weiter erklärte Eigenschaft des Protoplasmas contractil zu sein, indem man sich leiten ließ von der Analogie der Muskelbewegungen. Nachdem man früher die Protoplasmabewegung als die Strömung einer Flüssigkeit aufgefasst hatte, war es zuerst Brücke[2]), der eine andere bestimmter formulirte Ansicht aussprach. Er unterschied für das Plasma in den Zellen der Brennhaare der Nessel zweierlei Formen der Bewegung bei einem und demselben Protoplasmakörper, eine langsam ziehende und kriechende, von der die Veränderungen in der Anordnung der Protoplasmamasse abhänge und eine zweite schneller fließende, welche an der Bewegung der zahlreichen Plasmakörnchen sichtbar ist. Aus seinen Beobachtungen schließt Brücke, dass das Protoplasma ein contractiler Körper ist, in dessen Innern eine Körnchen enthaltende Flüssigkeit strömt, die durch die Contractionen desselben in Bewegung gesetzt wird. Heidenhain[3]) stimmte dieser Auffassung bei,

1) Vergl. für die ältern Ansichten Meyen, Neues System der Pflanzenphysiologie. Berlin 1838 Bd. II Kap. IV.

2) Brücke, Die Elementarorganismen S. 404.

3) Heidenhain, Studien des phys. Inst. Breslau Heft II, S. 62.

hervorhebend, dass die Plasmabänder bei Hydrocharis sich häufig in entgegengesetzter Richtung bewegen, als die in ihnen laufenden Körnerströme. Ebenso unterschied Cienkowski[1]) an den Plasmodien zweierlei Bewegungen und Substanzen. Dieser Brücke'schen Auffassung trat de Bary[2]) entgegen; nach seinen Beobachtungen an Tradescantia bewegen sich Hervorragungen an der Oberfläche der Plasmastreifen ebenso schnell wie die Körnchen im Innern derselben; wenn in einem Plasmastreifen die Körnchen sich in entgegengesetzter Richtung bewegten, so bewiese dies nach de Bary weiter nichts, als dass selbst in so schmalen Streifen fließende Contractionsbewegungen gleichzeitig nach entgegengesetzten Richtungen vor sich gehen könnten. Ausführlicher begründete de Bary seine Ansicht von der Einheitlichkeit von Substanz und Bewegung an den Plasmodien der Myxomyceten[3]), worauf schon früher in dieser Arbeit hingewiesen ist. Die strömende körnerhaltige Masse und die ihre Umrisse langsam aber beständig verändernde körnchenfreie peripherische sind Modifikationen ein und derselben Substanz; die Körner werden passiv bewegt, die Ursache für die Bewegung liegt in Contractionen der Grundsubstanz. De Bary meint, dass bei dem Zustandekommen jedes Körnerstroms zweierlei Kräfte ins Spiel treten[4]). „Erstlich eine vis a tergo, ausgeübt durch die Contraction der Grundsubstanz an der Ursprungsstelle und vielleicht manchmal auch längs des Stromlaufs; und zweitens eine Kraft, welche von den Endpunkten des Stroms ausgeht und ihn gleichsam saugend gegen diese hinzieht." Nach de Bary muss diese Kraft ihren Grund darin haben, „dass an den Zielpunkten des Stroms in der peripherischen Substanz eine Abnahme der Contraction und der Cohäsion stattfindet, eine Erschlaffung oder Expansion, vermöge deren der Körnerstrom in jene hineingetrieben wird — sei es aufgesogen wie Wasser von einem porösen Körper, sei es einfach nach dem Orte des geringsten Widerstands strömend." Neben de Bary war es besonders M. Schultze[5]), der die Brücke-Heidenhain'sche Ansicht bekämpfte. Nach ihm unterscheiden sich die beiden Arten der Bewegung nur in der Menge des Bewegten und in der Schnelligkeit, derart dass je kleiner die fortzuschaffende Masse, desto größer die Geschwindigkeit sei. Er führt weiter an, dass die Körnchen gewöhnlich sich nur an der oberflächlichen Schicht des Protoplasmas befinden und dass die Axe mancher Protoplasmafäden dichter sei als die Oberfläche. M. Schultze schließt aus seinen Beobachtungen, dass die Körnchenbewegung in der Substanz des con-

1) Cienkowski, Das Plasmodium S. 401.
2) de Bary, Ueber den Bau und das Wesen der Zelle. Flora 1862 S. 250.
3) de Bary, die Mycetozoen. 2. Aufl.
4) de Bary, l. c. S. 48.
5) M. Schultze, Das Protoplasma etc. S. 55 f.

tractilen Protoplasmas ihren Sitz habe. In neuerer Zeit ist die Brücke'sche Ansicht, wenn auch modificirt, von Hanstein[1]) wieder aufgenommen und ausführlich begründet worden. Nach ihm ist jedes Protoplasma der Pflanzenzellen, sei es das des Wandbelegs, sei es das der Bänder und Streifen, die das Zellinnere durchziehen, an den gegen Zellwand resp. Zellflüssigkeit stoßenden Stellen begrenzt von festen, häutchenartigen Schichten, zwischen denen Teile von allen Dichtigkeitsgraden, feste und selbst flüssige, sich befinden. Von den Plasmahäuten gegen das Innere hin finden sich alle Zustände zunehmender Weiche und Verschiebbarkeit bis zu der in der Mitte strömenden körnerhaltigen Flüssigkeit dem „Protoplasmasaft oder Enchylema". Das Strömen derselben ist eine von der Bewegung des Wandbelegs und der Bänder verschiedene Erscheinung. Wenn nun auch Hanstein darnach unterscheidet ein zähes, mehr gestaltetes, sich nur langsam bewegendes Protoplasma und eine in ihm rasch fließende körnerhaltige Flüssigkeit, so spricht er sich neuerdings doch dahin aus[2]), dass beide Substanzen nicht chemisch, sondern wahrscheinlich nur durch ihren Wassergehalt verschieden sind. Gegen Hanstein haben sich einerseits Velten, andrerseits Nägeli und Schwendener gewandt. Ersterer[3]) greift die Behauptung von Hanstein von der Existenz solcher fester membranartiger Plasmahüllen um alle an Zellflüssigkeit grenzende Plasmateile an. Einer der Hauptgründe von Hanstein, dass nämlich die im Zellsaft befindlichen Körperchen von dem strömenden Plasma in keiner Weise beeinflusst werden, ist nach Velten falsch, der in der Tat solche Bewegungen beobachtete. Velten selbst, mit Hanstein anerkennend, dass das Protoplasma feste und flüssige Teile in den kleinsten Raumteilen enthält, stellt sich den Bau und die Bewegung des Protoplasmas so vor, dass in demselben ein mehr oder weniger zusammenhängendes Gerüst im festen Aggregatzustande sich befinde, welch letzterer zeitweise infolge äußerer oder innerer Reize in den flüssigen übergeht. Klarer spricht er sich dahin aus[4]): „Für einzelne Fälle ist es bewiesen (?), dass das Protoplasma ein Kanalsystem ist. Die Plasmakörnchen bewegen sich in oder an den Wänden der wässrige Lösungen einschließenden Kammern; niemals sieht man eine körnchenhaltige Flüssigkeit in dem Protoplasma strömen; es sind nicht in sich zurück-

1) Hanstein, Ueber die Bewegungserscheinungen des Zellkernes in ihren Beziehungen zum Protoplasma. Sitz.-Ber. der niederrh. Ges. f. N. u. Heilk. Bonn 1870; ausführlicher in Hanstein, das Protoplasma. Heidelberg 1880.

2) Hanstein, Das Protoplasma S. 163.

3) Velten, Bewegung und Bau des Protoplasma. Flora 1873 S. 88; id. Die physikalische Beschaffenheit des Protoplasma. Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. 1876 Bd. 73 S. 136.

4) Velten, Flora 1873 S. 123.

laufende Kanälchen vorhanden, sondern dieselben sind vielfach unterbrochen durch Querwände."

Nägeli und Schwendener[1]) weisen allerdings gegen die de Bary-Schultze'sche Ansicht darauf hin, dass häufig die Bewegungen des dichtern Protoplasmas und die Körnchenbewegung unterschieden werden können, dass z. B. ein Plasmastreifen 10 Minuten lang ziemlich unverändert bleiben kann, indess die Körnchen in rascher Bewegung vorbeiströmen. Gegen Hanstein betonen sie aber, wie die Körnchen nicht innerhalb des Wandbelegs resp. der Bänder sich befinden, sondern vorzugsweise an der Oberfläche liegen. Es erscheint ihnen sogar zweifelhaft, ob bei Tradescantia im Innern der Plasmabänder überhaupt Körnchen vorkommen. Besonders bei größern Inhaltsbestandteilen wird es deutlich, wie sie an der Oberfläche sich befinden und darauf sich bewegen wie der Seiltänzer auf seinem Seil. Nägeli und Schwendener selbst fassen die Körnchenbewegung auf als eine Wirkung von Kräften, die in den Körnchen ihren Sitz haben, und die stark genug sind, die Reibungswiderstände der anliegenden Medien zu überwinden.

Wie diese dargelegten vielfach einander entgegengesetzten Ansichten zeigen, ist es noch nicht klar entschieden, wie eigentlich das Verhältniss von Sich Bewegendem und Bewegtem aufzufassen ist. Doch am besten mit allen Erscheinungen stimmt noch immer die de Bary-Schultze'sche Ansicht überein, nach welcher also die Masse des beweglichen Protoplasmas eine zwar in ihrer Dichtigkeit an den verschiedenen Stellen schwankende, aber wesentlich einheitliche Substanz darstellt, die sich activ bewegt, während die in ihr enthaltenen Körner („Mikrosomen" von Hanstein genannt) nebst den mehr zufälligen andern Bestandteilen passiv von ihr mitgerissen werden. Wie dem aber nun sei, jedenfalls das ist von den Beobachtern seit der Zeit, als das Protoplasma in seiner Bedeutung erkannt war, ohne Weiteres angenommen resp. direkt ausgesprochen worden, dass die Kräfte, von denen das Protoplasma sich bewegen lässt, in diesem selbst durch die in seinem Innern sich abspielenden Lebensprocesse erzeugt werden. Weder Zellwand noch Zellkern können dabei irgend einen wesentlichen Einfluss auf die Strömung des Protoplasmas ausüben. Allerdings hat man neben den merkwürdigen Strukturerscheinungen des Zellkerns auch eine aktive Bewegung desselben wahrnehmen wollen, die, wenn sie stattfindet, doch auch die Plasmabewegung beeinflussen müsste; allein die Beobachtungen Hanstein's[2]), der zuerst darauf aufmerksam machte, bedürfen noch sehr erneuter

1) Nägeli und Schwendener, Das Mikroskop. 2. Aufl. Leipzig 1877 S. 389—390.

2) Hanstein, Sitz.-Ber. der niederrh. Ges. f. N. u. Heilk. Bonn 1870 S. 225. Id. Das Protoplasma S. 165.

Prüfung, da es zu schwierig erscheint, die jedenfalls stattfindenden passiven Bewegungen des Kerns, wie sie bei jedem circulirenden oder rotirenden Plasma zu sehen sind, scharf zu unterscheiden von den etwaigen geringen aktiven. Den Kern nun aber als einen Kräftemittelpunkt, von dem aus die Plasmabewegung gleichsam geleitet würde, aufzufassen, hat vorläufig keinen Sinn, da man über die physiologische Rolle des Kerns im Zellenleben nichts weiß.

Die bewegenden Kräfte im Protoplasma wurden durch Forscher wie Unger, Brücke, Schultze etc. unter dem Ausdruck „Contractilität" zusammengefasst, der ursprünglich nichts anderes bedeutet als die Fähigkeit, auf äußere oder innere Reize hin sich zusammenzuziehen, nach Aufhören des Reizes die frühere Form wieder anzunehmen. Hofmeister[1]) war es zuerst, der darauf aufmerksam machte, dass mit diesem Ausdruck so lange nichts erklärt ist, als man nicht damit eine bestimmte Vorstellung von dem eigentlichen Bewegungsmechanismus verbindet. Die Brücke'sche Auffassung, nach welcher durch Contractionen des Protoplasmas die in seinem Innern befindliche körnerhaltige Flüssigkeit in Bewegung gesetzt wird, steht nach Hofmeister[2]) auch einfach im Widerspruch „mit der Tatsache, dass beim Eintritt der Strömung in einer zuvor ruhenden Protoplasmamasse die Bewegung in einer dem Ziele derselben entgegengesetzten Richtung sich fortpflanzt, dass die begonnene Bewegung nur solche Teile des bis dahin bewegungslosen Protoplasmas ergreift, welche den zuerst in Strömung geratenen von rückwärts angrenzen." Ebenso erscheint Hofmeister aber auch die Ansicht de Bary's, nach welcher die Körnerströmung, besonders die abwechselnde Umkehrung eines und desselben Stromes durch wechselnde Contraction und Expansion bestimmter Stellen des peripherischen Plasmas zu Stande kommt, unhaltbar, weil dieses eine viel zu geringe Cohäsion besitzt und weil in sphaeroidischen Klumpen von Plasmodien die Strömung ohne Aenderung der äußern Umrisse vor sich geht. Ebenso haben Sachs[3]), ferner Naegeli[4]) und Schwendener auf die Unzulänglichkeit dieses Begriffs „Contractilität" für die Erklärung der Plasmabewegungen hingewiesen; auf pflanzenphysiologischer Seite ist auch seit Hofmeister die Contractilität nicht mehr als Erklärungsgrund herbeigezogen worden. Hofmeister[5]) selbst findet die Bewegungsursache in der Eigenschaft des Protoplasmas, Wasser zwischen seine kleinsten Teilchen in sehr veränder-

1) Hofmeister, Ueber den Mechanismus der Protoplasmabewegung. Flora 1865 S. 8; ebenso in: Pflanzenzelle 1867 S. 61.

2) Hofmeister, Pflanzenzelle S. 62.

3) Sachs, Experimentalphysiologie der Pflanzen. Leipzig 1865 S. 453.

4) Nägeli und Schwendener, Das Mikroskop S. 391.

5) Hofmeister, Flora 1865 S. 10; ferner Pflanzenzelle S. 63—68.

lichem, stets wechselndem Maße einzulagern. Er beruft sich besonders auf die Analogie des Protoplasmas mit den sog. Colloidsubstanzen, deren Molekularanziehung zum Wasser sich bei unbedeutenden Anstößen ändert; ferner auf das Auftreten und Verschwinden pulsirender Vacuolen, die ihm die stete Veränderlichkeit in der Wassercapacität der die Vacuolen umgebenden Plasmateile zu beweisen scheinen. „Nehmen wir an, so spricht er sich weiter aus, bewegliches Protoplasma sei aus (mikroskopisch nicht wahrnehmbaren) Partikeln verschiedener und veränderlicher Imbibitionsfähigkeit für Wasser zusammengesetzt, welche von Wasserhüllen umgeben sind, so wird, wenn in einer Reihe solcher Partikel die Zu- und Abnahme der Imbibitionsfähigkeit nach bestimmter Richtung hin stetig fortschreitet, das von den an Imbibitionsfähigkeit abnehmenden Teilen ausgestoßene Wasser von den an Imbibitionsfähigkeit zunehmenden an sich gerissen, somit in Bewegung gesetzt werden." Da nun die Massen des angezogenen resp. abgestoßenen Wassers im Verhältniss zu der Masse der Plasmateilchen als sehr groß angenommen werden darf, werden durch die Strömung des Wassers auch die Teilchen selbst sich bewegen. Durch den Wechsel in der Richtung des Fortschreitens der Zu- und Abnahme des Imbibitionsvermögens glaubt Hofmeister auch die Bewegung des Protoplasma mit veränderlichen Strombahnen erklärt zu haben. — Wichtig ist es, dass Hofmeister auch die Bewegung der Schwärmsporen und Spermatozoiden in das Bereich seiner Theorie zog, ausgehend von dem Gedanken, dass die durchgreifende Gemeinsamkeit in den Bewegungserscheinungen des Protoplasmas erfordere, dass eine Erklärung ihrer näheren Ursachen alle bekannten Modificationen umfasse. Ohne Weiteres annehmend, dass die Bewegung der Schwärmsporen etc. herrühre von der Bewegung der Cilien, erklärt er[1]) sich diese aus periodisch und sehr schnell aufeinander folgenden Veränderungen in der Capacität der Protoplasmateilchen für Wasser. Vor Hofmeister hatte man wenig den Bewegungsmechanismus der Schwärmsporen untersucht; nur Naegeli[2]) hatte den Gedanken ausgesprochen, ohne ihn weiter zu begründen, dass die Bewegung derselben durch die Wirkung end- und exosmotischer Processe hervorgerufen würde. Sicher bewiesen hat man bis auf die neueste Zeit nicht, dass wirklich die Cilien die Bewegungsorgane sind.

Dass die Theorie von Hofmeister die Mannigfaltigkeit in den Erscheinungsformen der Plasmabewegungen nur sehr andeutungsweise und unzureichend erklärt, geht schon aus dem kurzen Berichte über dieselbe hervor. Sachs[3]) machte darauf aufmerksam wie Hofmeister auch über die Ursachen, welche die Veränderlichkeit der Im-

1) Hofmeister, Die Pflanzenzelle S. 67.
2) Nägeli, Einzellige Algen.
3) Sachs, Experimental-Physiologie S. 454.

bibitionsfähigkeit der Protoplasmateile bedingen, nichts gesagt und ferner auch über die molekuläre Struktur sich keine genauere Vorstellung gemacht habe. Sachs selbst übertrug auf das Protoplasma die Theorie von der Molekularstruktur, die Naegeli in seinem berühmten Buche „Die Stärkekörner" 1863, für diese begründet hatte [1]). Nach dieser Anschauung ist das Protoplasma ein organisirter Körper d. h. ein solcher, der befähigt ist Wasser resp. gelöste Stoffe in bestimmter Weise zwischen seine kleinsten Teilchen einzulagern und wieder abzugeben. Nach Naegeli bestehen die organisirten Körper aus kleinen außerhalb des mikroskopischen Sehens liegenden Teilen, die von Wasserhüllen von wechselndem Durchmesser umgeben sind. Diese Teile wurden von Naegeli zuerst als „Moleküle" bezeichnet, später als „Micellen". Die Micellen werden nämlich zusammengesetzt gedacht aus Molekülen im chemischen Sinne des Worts; sie können wieder zusammentreten zu größern Gruppen von bestimmter Form oder in kleinere zerfallen. Je nachdem die Micellen näher oder weiter von einander liegen, getrennt durch dünnere oder dickere Wasserhüllen, je nachdem wechselt der Consistenzgrad des Protoplasmas. Je dichter die Micellen an einander liegen, je wasserärmer das Protoplasma ist, umsomehr zeigt es die Eigenschaften eines festen Körpers; je weiter die Micellen durch dickere Wasserhüllen getrennt sind, je wasserreicher das Protoplasma, umsomehr treten an ihm die Erscheinungen einer Flüssigkeit auf. Dass lebendes Protoplasma niemals ganz fest oder flüssig ist, sondern sich stets in einem Zustande des mehr oder weniger Halbflüssigen befindet, beruht nach der Anschauung von Naegeli darauf, dass die Anziehungskraft der Micellen zu Wasser bis zu gewisser Dicke der Wasserhüllen größer ist als die zu andern Micellen, dass sie aber mit der Entfernung in schnellerm Verhältniss abnimmt als die Anziehungskraft der Micellen unter sich. Die Micellen, welche die Stärkekörner zusammensetzen, haben, wie Naegeli besonders durch optische Untersuchungen wahrscheinlich macht, eine krystallinische Form; welche Gestalt diejenigen des Protoplasmas haben, lässt sich vorläufig nicht bestimmen, aber wahrscheinlich wol auch eine polyedrische.

Sachs nimmt nun für die Erklärung der Bewegungserscheinungen weiter an, dass die Moleküle des Protoplasmas (Micellen im jetzigen Sinne Nägeli's) sich in einem Zustande eines labilen Gleichgewichts befinden, „d. h. die Moleküle sind so angeordnet, geformt und mit Kräften begabt, dass jede kleinste Lagenveränderung, jeder hinzukommende Ueberschuss von Kraft nicht nur eine Verrückung be-

1) Schon Hofmeister begründete seine Theorie zum Teil auch auf die Anschauungen von Nägeli.

wirkt, sondern auch die Verschiebung benachbarter Moleküle nach sich zieht“ [1]). Einen solchen labilen Gleichgewichtszustand, bei dem zugleich verhältnissmäßig beträchtliche Quantitäten von Kraft als Spannung vorhanden sind, denkt sich nun Sachs dadurch hervorgerufen, dass die Moleküle verschiedene Durchmesser haben, z. B. krystallinisch sind, dass sie sich gegenseitig im Verhältniss ihrer Masse und Entfernung anziehen, dass diese Anziehung aber beeinflusst wird einerseits durch die Anziehung der Micellen zu ihren Wasserhüllen, andrerseits durch die Begabung der Micellen mit bestimmten polaren Richtkräften, vermöge deren sie einander ihre längsten Durchmesser zuzukehren streben. Unter dem Einfluss dieser Anziehungen könnte man sich dann weiter die Anordnung der Moleküle so denken, dass dabei eine mittlere Quantität von Wasser zwischen ihnen Raum findet. „Dies vorausgesetzt muss jede Veränderung in der gegenseitigen Lage der Moleküle diese wassererfüllten Zwischenräume entweder vergrößern oder verkleinern, d. h. es muss die Masse des Imbibitionswassers zu- oder abnehmen.“ Die Strömungen des Wassers werden aber unmittelbar die Moleküle selbst in Bewegung setzen besonders wegen der Anziehung zwischen Molekülen und Wasser. Auf solche Gleichgewichtsstörungen, die auf der Auslösung der in einem solchen molekularen System vorhandenen Spannkräfte beruhen, führt Sachs die Plasmabewegungen zurück; die Anstöße für die Auslösung findet er in teils chemischen, teils thermischen und elektrischen Vorgängen innerhalb des Protoplasmas.

Die Anschauungen über die Molekularstruktur des Protoplasmas und die wenigen hypothetischen Vorstellungen, die man sich über den Zusammenhang derselben mit den in ihm stattfindenden Bewegungen gemacht hat, sind seit Nägeli, Hofmeister, besonders durch die Arbeiten von Sachs bis auf die neueste Zeit hin von den meisten Botanikern anerkannt worden, ohne dass irgend Wesentliches hinzugefügt worden wäre [2]). Nur eine erneute umfassende Bearbeitung der tatsächlichen Verhältnisse kann hier der Weg zu weiterer Erkenntniss sein; andrerseits ist wol hervorzuheben, dass man dabei noch mehr Rücksicht nehmen müsse als bisher auf die Bewegungserscheinungen des Protoplasmas, wie sie im Tierreich in so mannigfaltigen und in vielen Zügen mit denen pflanzlicher Zellen übereinstimmenden Formen auftreten. Allerdings in der Tierphysiologie findet man bis auf die neueste Zeit einander sehr widerstreitende Ansichten nicht nur über die verschiedenen Ursachen der Bewegung, sondern auch über den Zusammenhang der einzelnen Erscheinungsformen der Plasmabewegungen. Auch hier hat man sich noch nicht geeinigt, ob man die Cilienbewegung der Infusorien etc. und daran

1) Sachs l. c. S. 452.

2) Vgl. Strasburger, Studien über Protoplasma 1876 S. 30, Pfeffer, Pflanzenphysiologie 1881 Bd. I. S. 11 f.

anschließend die der Flimmerepithelien und die amöboide als etwas wesentlich Gleiches oder Verschiedenes auffassen müsse; die einen bejahen ersteres, die andern letzteres, indem sie z. B. die Bewegung von Spermatozoiden auf rein mechanische Vorgänge, auf endosmotische oder Quellungs-Processe zurückführen. Es ist wol ein großes Verdienst von Engelmann immer mehr durch seine Arbeiten der früher mehr und unbestimmt ausgesprochenen Anschauung Bahn zu brechen, dass die gewöhnliche Plasmabewegung von Amöben, Pflanzenzellen sowie Cilien- und Muskelbewegung nur Modificationen ein und desselben Vorgangs sind, der im lebenden Protoplasma sich abspielt. „Denn die wesentliche Uebereinstimmung, welche zwischen allen in der Erscheinungsweise und den Bedingungen des Zustandekommens besteht, und besonders handgreiflich die allmählichen Uebergänge zwischen denselben, beweisen, dass man es hier in allen Fällen mit Aeußerungen des nämlichen mechanischen Princips, mit dem nämlichen elementaren Bewegungsmechanismus zu thun hat“ [1]).

Engelmann fasst sämmtliche Bewegungen des Protoplasmas als Contractilitätserscheinungen zusammen. Er meint, dass Contractilität in letzter Instanz an faserförmige Elemente gebunden sei und überträgt nun diesen Bau auch auf die Molekularstruktur aller plasmatischer Körper [2]). Sie sind nach ihm aus kleinsten Teilchen den „Inotagmen“ zusammengesetzt, die im maximal erregten Zustande eine mehr oder weniger kuglige, im ruhenden eine gestreckte faserähnliche Gestalt besitzen. Alle Inotagmen sind wahrscheinlich positiv einaxig doppelbrechend, da nach Engelmann die Contractilität allgemein an das Vorkommen positiv einaxiger Teilchen gebunden zu sein scheint. Für das meiste pflanzliche Protoplasma ist dieses wol noch nicht nachgewiesen. Die große Verschiebbarkeit der Protoplasmateile beruht nach Engelmann auf dem zwischen den Inotagmen und Inotagmen-Gruppen befindlichen Imbibitionswasser. Im Gegensatz aber zu den Pflanzenphysiologen nimmt er an, dass die sämmtlichen Bewegungserscheinungen plasmatischer Gebilde auf Formveränderungen der Inotagmen zurückzuführen seien; die nächste Ursache dafür sieht er in Aenderungen des Wassergehalts. Engelmann gesteht selbst zu, dass eigentlich durch die Zurückführung der Bewegungen auf Contractilität der Inotagmen nicht viel gewonnen ist;

---

1) Engelmann, Physiologie der Protoplasma- und Flimmerbewegung in Handbuch der Physiologie von L. Hermann Bd. I. Teil I. S. 373.

2) Vergl. Engelmann, Physiologie der Protoplasmabewegung etc. S. 374; ferner: Ueber den fasrigen Bau der kontraktilen Substanzen. Pflüger's Archiv Bd. XXVI S. 538–562; hier weist er nach, dass auch die bisher für homogen gehaltenen glatten Muskeln, ferner das Plasma vieler niederer Organismen einen fibrillären Bau besitzen; für Pflanzenzellen ist die Sache noch wenig klar, trotz der Arbeiten von Schmitz und Frommann.

wenigstens von der Contractilität selbst kann er so wenig wie die andern Physiologen einen klaren Begriff geben.

Von ganz andern Gesichtspunkten ist neuerdings auch auf die zu Grunde liegende Identität der Muskelbewegung mit der amöboiden hingewiesen und ein neuer Erklärungsversuch der Contractilität gegeben worden. Montgomery[1]) beobachtete die Veränderungen, welche bei dem Ausstrecken und Wiedereinziehen der Plasmafortsätze bei Amöben stattfinden, und kam zu dem Resultat, dass die Contraction durch chemische Zersetzung, die Elongation durch die chemische Wiederherstellung zu Stande kommt. „Wir haben demnach eine gestreckte Substanz, welche funktionell gereizt eine bestimmte chemische Zersetzung erleidet, welche Zersetzung begleitet ist von einem Zusammenballen des beteiligten Stoffes. Im Verlauf ihrer chemischen Wiederherstellung gewinnt dann die lebendige Substanz von Neuem die gestreckte Form. Im gestreckten Zustande ist die lebendige Substanz hyalin, im geschrumpften aber granulirt. Der hyaline Stoff wird durch funktionelle Zersetzung granulär. Der granulirte Stoff wird durch spontane Wiederherstellung hyalin[2]).“ Ebenso fasst Montgomery auch die Muskelbewegung als eine Folge rein chemischer Vorgänge auf, die auf den Nervenreiz hin im Muskelplasma sich abspielen; das Muskelplasma besteht nach ihm sehr wahrscheinlich auch aus hyaliner und granulirter Substanz. So hypothetisch diese Anschauungen, die sich auch nur auf Amöben und gestreifte Muskeln beziehen, sind, insofern sie ja nur auf Beobachtungen äußerer Formveränderungen beruhen, von denen auf innere Vorgänge zu schließen sehr gewagt ist, so bleibt doch der Grundgedanke, die Bewegungen des Plasmas weniger auf Aenderungen des physikalischen Zustandes als wesentlich auf chemische Veränderungen zurückzuführen ein höchst beachtenswerter. Kürzlich ist es schon versucht worden, chemisch klar zu definiren, worin wesentlich der Grund der steten Umlagerungen im Plasma zu suchen ist. Löw und Bokorny[3]) wollen durch sehr verdünnte Silberlösungen im Protoplasma Aldehydgruppen nachgewiesen haben, auf deren beständiger Zerstörung und Wiederherstellung die Beweglichkeit und Verschiebbarkeit, alle die so wunderbar ineinandergreifenden Lebensprocesse des Protoplasmas beruhen. Wird das in der Tat sicherer als bisher nachgewiesen, so wäre das ein erster kleiner Schritt zur tieferen Erkenntniss der Lebensvorgänge.

Ueberblicken wir noch einmal die in den letzten Jahrzehnten ausgesprochenen Ideen und Vorstellungen über Bau und Bewegung

1) Ed. Montgomery, Zur Lehre von der Muskelcontraction; Pflüger's Archiv 1881 Bd. XXV.

2) Montgomery, l. c. S. 504.

3) Loew und Bokorny, Die chemische Ursache des Lebens. München 1881. Dieses Centralblattes Nr. 7.

des Plasmas und damit über das Wesen der Lebenserscheinungen überhaupt, und fragen wir uns, was eigentlich sicher Feststehendes für unsere Erkenntniss gewonnen worden ist, so scheint das positive Resultat ein geringes. Wir wissen nicht, wie das Protoplasma chemisch zusammengesetzt ist, was für eine physikalische Beschaffenheit es wirklich hat. Wir kennen nicht die Vorgänge, durch die die Kräfte für so intensive mechanische Arbeitsleistungen, wie sie den Bewegungen des Protoplasmas zu Grunde liegen, beständig neu im Innern desselben erzeugt werden, wir kennen die Kräfte ebensowenig. Doch Eines tritt aus den nach allen Richtungen geführten Untersuchungen immer klarer hervor, die Frage nach den Grundproblemen des Lebens. Je schärfer und klarer eine Frage gefasst ist, desto früher erfolgt eine klare Antwort. Darum ist das wichtigste Resultat der neuern biologischen Forschung die Erkenntniss, dass das Leben aller Organismen auf dem Leben ein und desselben Körpers, des Protoplasmas, beruht. Diese Identität muss anerkannt werden nicht blos wegen gleicher chemischer Reactionen, z. B. der gleichen Produkte der Zersetzung oder wegen des gleichen physikalischen Verhaltens, sondern vor allem wegen der überall wesentlich gleichen Fähigkeit gegen äußere Einflüsse, äußere Reize, zu reagiren. Diese Reizbarkeit ist die allgemeinste, die Grundeigenschaft des Protoplasmas, sei es tierisch oder pflanzlich. Claude Bernard sagt[1]): „La sensibilité comme propriété du système nerveux — c'est l'irritabilité spéciale au nerf, comme la propriété de contraction est l'irritabilité spéciale au muscle, comme la propriété de sécrétion est l'irritabilité spéciale à l'élément glandulaire. Ainsi, ces propriétés sur lesquelles on fondait la distinction des plantes et des animaux ne touchent pas à leur vie même mais seulement aux mécanismes par lesquels cette vie s'exerce. Au fond tous ces mécanismes sont soumis à une condition générale et commune, l'irritabilité." Wie aber einerseits die Reizbarkeit der Nerven und Muskeln nur eine besondere Modification einer jedem Protoplasma zukommenden Eigenschaft ist, so zeigen andrerseits die neuern Forschungen der Pflanzenphysiologie, wie auch bei den Pflanzen diese Reizbarkeit oft in sehr eigenartiger Weise sich zu erkennen gibt. Sachs besonders hat in seinen neuern Arbeiten[2]) sowie in seinen Vorträgen mit Nachdruck darauf hingewiesen, dass die merkwürdigen Reactionen von Pflanzenteilen resp. Zellen gegenüber Licht, Schwerkraft, mechanischem Druck etc. als Reizbewegungen zu betrachten sind, und dass die Erscheinungen des positiven

1) Claude Bernard, Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux S. 289.

2) Sachs, Ueber orthotrope und plagiotrope Pflanzenteile. Arbeit d. bot. Instituts Würzburg Bd. II Heft II S. 282; ferner: Ueber Stoff und Form von Pflanzenorganen; ebenda Heft III S. 487.

und negativen Helio- und Geotropismus zu der Annahme zwingen, dass auch das pflanzliche Protoplasma derart innerlich differenzirt ist, dass einzelne Teile mit specifischen Energien ausgerüstet sind, ähnlich wie die verschiedenen Sinnesnerven der Tiere. Durch die Zurückführung so vieler Lebenserscheinungen im Tier- und Pflanzenreich auf eine bestimmte Eigenschaft ein und desselben Körpers, des Protoplasmas, wird ja das Rätsel selbst, wie nun chemisch-physikalisch zu erklären ist, dass äußere Reize so selbstständige und specifisch verschiedene Erscheinungen hervorrufen, nicht kleiner. Aber es wird durch diese Anschauung ein wirkliches Verständniss für die schon oft so unbestimmt nur gefühlte Einheit in der organischen Welt angebahnt und der weitern Forschung eine Fülle neuer Gesichtspunkte, neuer klarer und bedeutsamer Fragen eröffnet.

Modifikation der Paraffineinbettung für mikroskopische Schnitte.

Von **O. Bütschli** (Heidelberg).

(Mit Unterstützung von F. Blochmann).

Eine Reihe von Uebelständen, welche die gewöhnlich geübte Art der Paraffineinbettung zarter Objekte zu mikroskopischen Schnitten darbietet, hauptsächlich die unangenehme Schrumpfung und die Sprödigkeit und Brüchigkeit, welche die Objekte bei längerm Verweilen in Terpentinöl oder einer erwärmten Lösung von Paraffin in Terpentinöl häufig zeigen, ließ mich schon seit längerer Zeit nach einem Ersatz für das Terpentinöl bei der Paraffineinbettung ausschauen. Hierbei ergab sich denn als ein sehr vortreffliches Ersatzmittel das Chloroform, welches seit einiger Zeit in meinem Laboratorium mit sehr günstigem Erfolg zu diesem Zweck bei der Einbettung sehr zarter Objekte in nachfolgend zu schildernder Weise verwendet wird.

Die in der gewöhnlichen Weise mit absolutem Alkohol vollständig entwässerten Objekte werden zunächst auf einige Zeit in reines Chloroform eingelegt, bis sie vollständig von diesem durchdrungen sind, was gewöhnlich sehr rasch geschieht. Hierauf bringt man sie auf einige Zeit in eine Lösung von Paraffin in Chloroform, die so beschaffen ist, dass sie bei einer Temperatur von 30—49° C. flüssig ist, bei mittlerer Temperatur dagegen fest. Es genügt also, diese Lösung in lauwarmes Wasser zu stellen, um sie, während das Objekt in ihr verweilt, flüssig zu erhalten. Wir verwenden jetzt eine bei 35° C. gesättigte Lösung von Paraffin in Chloroform zu diesem Zwecke. In dieser Lösung verweilt das Objekt wieder so lange, bis eine vollständige Durchdringung mit der Lösung stattgefunden hat, wozu meist kurze Zeit, etwa $^1/_2$—1 Stunde genügt. Man nimmt hierauf das Objekt samt einem kleinen Teil der Lösung in ein Uhrglas und verdampft bei sehr mäßiger Tempera-

tur (c. 40—50° C.) das Chloroform vollständig, was zuweilen etwas lange dauert, da das Chloroform in Mischung mit Paraffin sehr langsam entweicht. Man kann daher auch, namentlich bei größern Objekten direkt aus der Chloroform-Paraffinlösung in geschmolzenes Paraffin eintragen, wie man dies ja bei der Anwendung des Terpentinöl-Paraffingemisches gewöhnlich tut. Für zarte Objekte, deren Durchdringung mit Paraffin möglichst vollständig und gleichmäßig geschehen muss, empfiehlt sich jedoch jedenfalls das erste Verfahren mehr. Vollständige Entfernung des Chloroforms ist jedoch durchaus nötig, da auch nur ein geringer Rest desselben das Paraffin sehr weich und leicht flüssig macht. Um die Objekte schließlich zum Schneiden selbst zuzurichten, kann man sie entweder sammt dem sie enthaltenden, geschmolzenen Paraffin auf ein Paraffinstückchen aufgießen, oder, nachdem man sie in eine größere Menge geschmolzenen Paraffins gebracht hat, in der bekannten Weise in ein Papierkästchen eingießen.

Die auf solchen Wegen erzielten Einbettungen sind die untadelhaftesten und gleichmäßigsten, die ich bis jetzt erzielte. Objekt und einhüllendes Paraffin bilden eine durchaus einheitliche Masse, die sich ungemein gleichmäßig schneidet. Das durch Verdampfen des Chloroforms restirende Paraffin besitzt ein sehr gleichmäßiges Gefüge ohne Neigung zu krystallinischer Struktur, was die Anfertigung feiner Schnitte sehr begünstigt. Eine durchaus gleichmäßige Erfüllung auch der feinsten Hohlräume des Objekts ist bei einigermaßen sorgfältiger Manipulation leicht zu erzielen und eine störende Schrumpfung oder ein Brüchigwerden des Objekts nicht zu befürchten.

Obgleich erst seit kurzer Zeit in Anwendung, hat sich die Methode bei uns schon recht bewährt, und zum Beleg für ihre Verwendbarkeit will ich hier einige der Fälle aufführen, wo sie treffliche Resultate ergab. Zum Teil habe ich, zum Teil hat dagegen mein Assistent Dr. Blochmann, welcher mich bei dem Ausprobieren dieser Methode sehr wesentlich unterstützte, diese Einbettungen vorgenommen. Mit großem Erfolg haben wir also in dieser Weise eingebettet und geschnitten: *Amphioxus, Cerianthus,* Bandwürmer, entkalkte Ambulakren von Seeigeln, Ambulakren von Holothurien, Gallerte von Ctenophoren, Hydroidpolypen etc. Bei größern Objekten wie Querschnitten von *Amphioxus* und *Cerianthus* ließ sich bei genügender Vorsicht eine Schnittdicke bis zu $^1/_{100}$ Millimeter ohne Schwierigkeit erreichen, bei kleinern Objekten wie z. B. den Tentakeln von *Cerianthus* oder ganzen Hydroidpolypen lässt sich die Schnittdicke bei Anwendung des Thoma'schen Mikrotoms (samt Mikrometerschraube) bis zu $^1/_{250}$ Millimeter, ja sogar $^1/_{500}$ Millimeter unter Umständen herabsetzen, wenn man das Messer ziemlich quer zum Objekt stellt.

Ed. Perrier, Les colonies animales et la formation des organismes. Paris. V. Masson 1881. gr. 8. 800 p.

Das mit schönen Bildern ausgestattete Buch des französischen Zoologen ist in einer klaren und geordneten Form geschrieben, welche es dem gesammten, auch nicht speciell gebildeten Publikum zugänglich macht; dadurch wird aber der Umfang des Werkes sehr bedeutend, und für den Fachmann nutzlos, erweitert. Verf. sucht eine Theorie aufzustellen, welche es erkläre, auf welchem Wege die niedern tierischen Organismen sich zum Aufbau höherer lebender Wesen vervollkommneten. Dieser Weg ist der der Verbindung mehrerer Individuen, welche von einem Erzeuger durch Sprossbildung entstanden zu einem Tierstock vereinigt bleiben; durch Arbeitsteilung und Polymorphismus wird der Tierstock zu einem Individuum höherer Ordnung d. i. zu einem höhern Tiere. Das Princip ist nicht neu; neu ist aber die Art, in welcher dasselbe durch das ganze Tierreich zur Anwendung kommt.

P. nimmt an, dass es verschiedene Sorten lebenden Protoplasmas gibt, deren jede durch innere Eigenschaften zu besondern Formen und Strukturen verknüpft ist. Das Protoplasma bildet aber nicht unbegrenzte Massen. Ueber eine bestimmte Größe kann ein Protoplasmaklumpen nicht wachsen; er muss sich dann teilen. Derart entstehen die Plastiden; es gibt Tiere, welche als einfache Plastiden leben; die Flagellaten, Moneren, Rhizopoden. Solche Plastiden können aber zu Stöcken verbunden bleiben, z. B. die Volvociden, Katallakten etc. Bei derartigen Colonien macht sich nun der Einfluss der Arbeitsteilung geltend; es entstehen zweischichtige Organismen mit Ekto- und Endoderm. Die einfachste Olynthus-Form der Schwämme ist eine Flagellaten-Colonie, deren äußere Zellenschicht der Geißeln entbehrt und aus amoebenartigen Plastiden besteht; die olynthusartigen Schwamm-Individuen sprossen und bilden Stöcke, bei welchen sich aber die Arbeitsteilung, resp. der Polymorphismus nicht weiter geltend macht.

Anders verhalten sich andere Plastidenstöcke: die Hydroiden. Eine Hydra ist ebenso wie ein Olynthus ein zweischichtiger Plastidenstock; deren zwei Schichten sind aber viel weniger different; es erweist sich dies aus dem wenig verschiedenen Bau der dieselben zusammensetzenden Plastiden, sowie aus der Möglichkeit, dass Ekto- und Entoderm sich in ihrer Funktion gegenseitig ersetzen, wie aus Trembley's Umkehrungsversuch bei Hydra erhellt. Durch die protoplasmatischen Nematophoren, welche bei Plumulariastöcken neben den Hydroiden-Individuen bestehen, und bei jungen Plumularien sogar (nach Allman) allein den ganzen Stock bilden, sucht P. die Hydroiden direkt mit den Rhizopoden sowie mit den noch rätselhaften fossilen Graptolithen zu verbinden. P. verwirft also die Gastraeatheorie sowie den monophyletischen Ursprung der sog. Metazoen. Bei Hydroidencolonien macht sich nun der Polymorphismus in mannigfachster Weise geltend.

Bei einzelnen Hydren entwickeln sich einzelne Organe mächtiger, während andere Teile außer Gebrauch kommen und allmählichem Schwund anheim fallen. Der Stock bekommt dadurch das Aussehen und die Lebensweise eines Individuums höherer Ordnung. Sehr prägnante Beispiele ergeben sich aus der Vergleichung der Siphonophorenstöcke; die einzelnen Polypen, bei Physophoriden von einander noch ziemlich unabhängig, verbinden sich nach und nach bei Porpita und Velella zu einem einheitlichen Ganzen. Die Medusen sind nach P. nicht einer einzelnen Hydra vergleichbar: jeder Radiärkanal entspricht vielmehr einem Polypen, welcher die ernährende Funktion aufgegeben hat, um als Geschlechtstier zu bestehen. Eine jede Meduse ist also aus einem ernährenden Individuum (Gastrozoid) und aus 4 bzw. 6 Geschlechtsindividuen (Gonozoiden) zusammengesetzt. Es sind also, wenn man die Hydra mit dem Blatt einer Pflanze vergleicht, wirkliche tierische Blumen.

Eine andere Reihe von Veränderungen führt zur Bildung der Korallentiere. Bei Hydractinia sowie bei Siphonophoren existiren außer Gastrozoiden und Gonozoiden noch andere mundlose, fingerartige Polypen, die Dactylozoiden. Nun haben die schönen Arbeiten Moseley's über die Hydrocorallenfamilien der Milleporiden und Stylasteriden eine Anzahl Formen kennen gelehrt, durch welche die Hydroiden auf unerwartete Weise mit den Anthozoen sich verbinden lassen. Die Dactylozoiden treten nach und nach in ganz bestimmte Lagerungsbeziehungen zu den Gastrozoiden und bei Stylaster und Allopora bildet jedes Gastrozoid, von einem Kranze von Dactylozoiden umgeben, ein zusammenhängendes System, welches mit einem Korallentierchen, nicht nur äußerlich sondern auch in seiner innern Struktur verglichen werden kann. In der Entwicklung der Kalksegmente der Madreporiden findet P. Anhaltspunkte für eine Abstammung von den Hydrokorallen.

Auch bei den Bryozoen hat der Polymorphismus der Stöcke zur Bildung höherer Individuen geführt. Jedes Fach eines Moostierchenstrauches besteht bekanntlich aus zwei morphologischen Individuen: 1) das Oekoid, welches als lebende Haut die Innenfläche des Gehäutes überzieht und im sog. Funiculus eine Spross- und Keimbildungstätte besitzt, also das Geschlechtstier; 2) das Polypid mit Darm und Tentakeln ausgestattet, das Nährtier. Das Oekoid besitzt die Fähigkeit, das abgestorbene oder zerstörte Polypid neu zu erzeugen. Als modificirte Oekoiden sind die Avicularien, Vibracularien, Stengelglieder etc. zu betrachten. Die gesamte Kolonie concentrirt sich aber niemals zu einem höhern Individuum. Nur bei Cristatella ist in der Ortveränderungsfähigkeit des Stockes eine schwache Andeutung einer solchen Ausbildung zu erkennen.

Bei Tunicaten ist der Vorgang der Stockbildung ein complicirterer und höchst mannigfacher. Bei den festsitzenden Ascidien finden sich gesellige Formen, deren Individuen fast ganz unabhängig bleiben; bei

den Botryllen verbinden sich im Stocke mehrere Individuen durch eine gemeinschaftliche Kloake zu einer sternförmigen Gruppe. Bei den schwimmenden Salpenketten und besonders bei den Pyrosomen erhält die Kolonie durch freie Beweglichkeit eine höhere Organisation. Aber die Vorgänge der Sprossung selbst verdienen eine besondere Berücksichtigung. Nicht immer entwickelt sich aus dem Ei ein definitiv lebensfähiges Tier. Bei Botryllus entwickelt sich zwar die kaulquappenähnliche Larve zu einer Ascidie; diese aber verschwindet bald nach der ersten Sprossung; deren Abkömmlinge der ersten und zweiten Generation sind ebenso hinfällig und erst die dritte Generation bildet sich zu bleibenden Gliedern der Kolonie aus. Bei andern Ascidien fangen die Sprossung und der Schwund des ersten Individuums selbst im Ei an. Bei Pyrosoma schwindet das erste Individuum (Cyathozoid) schon vor dem Ausschlüpfen, nachdem es vier Sprösslinge gebildet hat. Mit der zunehmenden Einheit des Stockes wird die Entwicklung immermehr abgekürzt und die Sprossbildung (ungeschlechtliche Zeugung) findet immer frühzeitiger statt. — In dem Entwicklungsvorgang der Pyrosomen und der Salpen findet P. grosse Uebereinstimmung. — Die Salpenkette verhält sich zu der solitären Salpe wie der Pyrosomastock zum Cyathozoid. Bei der Entwicklung der Salpenkette verteilt sich der Ovarialstrang der solitären Salpe ihren Abkömmlingen, sodass einer jeden Kettensalpe ein einziges Ei zukommt; dieses Ei gehört also der solitären Salpe, welche als Weibchen fungirt; die Kettensalpen sind keine Hermaphroditen, sondern Männchen, welchen die Bebrütung und Ernährung der Jungen anvertraut ist. — Ebenso erhält bei der Sprossung der Pyrosomen jedes neue Tier einen Teil des Ovariums der ersten vier Abkömmlinge des Cyathozoids; P. vermutet, dass der Eierstock ursprünglich dem Cyathozoid gehörte, dieser aber in seiner Entwicklung als selbstständiges Tier immermehr zurückblieb und jetzt nicht mehr selbst zur Ausbildung seines Eierstocks gelangt. Sonderbarer Weise scheint P. die Arbeiten Todaro's über Entwicklung der Salpen vollkommen zu ignoriren. (Ref.)

Die bis jetzt behandelten Tierkolonien sind fast sämmtlich festsitzende oder solche, welche sich nur nachträglich vom Boden gelöst haben mögen. Bei ihnen herrscht der baum- oder stralenförmige Zusammenhang der Individuen. Wir kommen nun zu einer während des freien Lebens ausgebildeten Kolonienform: zu den reihenförmigen Stöcken, welche als höhere Individuen zur vollkommensten Einheit gelangen können.

Auch in dieser Form beruht die Stockbildung auf ungeschlechtlicher Vermehrung der Individuen, welche aber, statt frei zu werden, als Metameren eines in die Länge gezogenen Organismus zusammenhängend bleiben. Verschiedene niedere Turbellarien bieten uns Beispiele kettenweiser ungeschlechtlicher Vermehrung; als bleibende Stöcke solcher Tiere erscheinen die Cestoden, deren jedes Glied einem freien

Trematoden gleichwertig ist: ursprünglich sollten die Proglottiden als selbständige Organismen gelebt haben und nur nach und nach zu Eierstöcken vereinigt geblieben sein. Um aber einen Bandwurm auf eine gewöhnliche Microstomeenkette zurückführen zu können, sollten die neuen Glieder am hintern Ende der Reihe entstehen. Deshalb betrachtet P. den Scolex wie Mégnin nur in physiologischem Sinn als Kopf; morphologisch ist es aber ein Schwanzsegment: der eigentliche Kopf, d. h. die mit den Embryonalhaken verbundene Cysticercusblase ist geschwunden, nachdem sie den Scolex erzeugt.

Bei höhern Würmern findet P. den Beweis der ursprünglichen Selbstständigkeit der Metameren in der spontanen Querteilung einiger Oligochaeten sowie der Autolytus und Syllis unter den marinen Borstenwürmern. Selbst diese Form ungeschlechtlicher Fortpflanzung kann unterbleiben und in einer Metamorphose deutliche Spuren ihres frühern Stattfindens hinterlassen. In diesem Sinn erklärt P. die von Malmgren und Claparède nachgewiesene Umwandlung der Nereiden in Heteronereiden. Der hintere langbeborstete Teil der Heteronereis entspricht einem Geschlechtstier von Syllis, welches sich aber von der Amme nicht gelöst hätte. Die Metamerenbildungen in der Ontogenie der Ringelwürmer wird dann auf eine vermutlich ursprüngliche ungeschlechtliche Fortpflanzung Trochosphaera-ähnlicher Vorfahren zurückgeführt. Das erstgebildete Segment, d. i. der Leib der Trochosphaera wird zum Kopf. Nach und nach bildet sich durch Arbeitsteilung und Anpassung der Polymorphismus der Metameren, welche sogar in verschiedenartig gebaute Körperregionen abgegrenzt werden können. Durch einen ähnlichen Vorgang sollen sich die Arthropoden aus der ungeschlechtlichen Vermehrung eines unsegmentirten Nauplius-artigen Vorfahren entwickelt haben.

Nicht segmentirte Tiere, welche den Urahnen der höhern Würmer als gleichwertig betrachtet werden können, bieten uns noch die Turbellarien und Trematoden, sowie die Rädertiere und die einzelstehenden Gattungen Sagitta, Chaetonotus, Echinoderes etc. Selbst die Dicyemiden, Orthonectiden und ciliaten Infusorien werden hier angereiht, da letztere nach P. nicht als einzellige Wesen gelten dürfen.

Der Organismus der Echinodermen wird in ganz eigentümlicher Weise aufgefasst. Die ursprünglichen echinodermen Formen sollen festsitzend gewesen sein. Vermutlich waren die fossilen Cystiden dieser Urform sehr nahe; eine ähnliche Form bietet die festsitzende Comatula-Larve, bevor die Arme hervorsprossen. In diesem Stadium ist das Echinoderm noch ein Individuum gleicher Ordnung wie eine Hydra oder eine Trochosphaere. Nun sprossen aber die Arme hervor als Geschlechtstiere, welche vermutlich früher ihren eigenen Mund und sämmtliche andern Organe besessen haben. Aus der Crinoidform lassen sich dann alle übrigen Echinodermen ableiten. Die Echinusbildung erklärt P. aus dem Zusammenbiegen der Arme eines Crinoiden neben dessen

vorgewölbter Mundscheibe. Es entspräche dann das äußere Skelet des Seeigels den Armen und dem Kelch des Crinoiden, und die Kalkstücke der Mundscheibe bildeten die Laterne des Aristoteles. (Eine solche Ansicht ist durchaus unhaltbar, da die ganze Oberfläche des Seeigels, mit Ausnahme des Apicalpoles, der Mundscheibe d. i. der Ambulacralfläche des Crinoiden entspricht, während sie nach P. aus der antiambulacralen Fläche der Crinoidenarme entstanden sein sollte. Ref.)

Die Mollusken werden als ursprünglich segmentirte Tiere betrachtet, aber nicht im Sinne Gegenbaur's. — Der Fuß aller Mollusken incl. die Arme der Cephalopoden gehört dem Kopfe und soll sich nur nach und nach zur ausgedehnten Kriechsole der Gastropoden umgebildet haben. Die Pedalganglien sind einfache untere Schlundganglien; eine Andeutung der segmentirten Ganglienkette findet P. in dem sog. visceralen Nervensystem, dessen fünf Ganglien in zwei paarige und ein unpaares verteilt, drei Metameren entsprechen sollen. In vielen Einzelheiten werden die Mollusken mit röhrenbewohnenden Würmern verglichen; die geringe Zahl der vorhandenen Segmente sowie Vermischung jeder äußeren Spur der Metamerie bezieht P. auf den Einfluss des Gehäuses auf den Körperbau. Die Beziehungen der Mollusken zu Neomenia und Chaetoderma werden nicht besprochen.

Nachdem für die segmentirten Würmer der Ursprung der Metamerie auf die Vorgänge der agamen Fortpflanzung zurückgeführt wurde, gilt selbstverständlich dasselbe für die Vertebraten; die Segmente haben aber ihre Autonomie fast vollkommen eingebüßt; der ganze Organismus ist im höchsten Grade concentrirt und zusammenhängend. Selbst das Vermögen verlorene Teile neuzubilden, welches P. als den letzten Rest der ungeschlechtlichen Fortpflanzung betrachtet, ist bei höhern Wirbeltieren, wie schon bei manchen Arthropoden etc. verloren gegangen. P. nimmt mit Dohrn an, dass das dorsale Nervensystem der ventralen Ganglienkette der Ringelwürmer entspricht; dass der ursprüngliche neurale Mund sich geschlossen hat und ein neuer Mund an der hämalen Körperfläche entstanden ist. Den alten Mund lässt er durch Hypo- und Epiphyse das Gehirn durchbohren. Amphioxus und Tunicaten werden als degenerirte Wirbeltiere angesehen.

Die letzten Abteilungen des Buches sind allgemeinen Betrachtungen gewidmet. — Ueberblicken wir das bis jetzt Aufgeführte. Einzelne Plastiden, welche sonst fähig wären frei zu leben, bleiben verbunden: dieselben teilen unter sich die physiologische Arbeit. Sie vereinigen sich zu einem höhern Individuum; ein solches nennt P. ein Merid. — Das Merid ist befähigt sich durch Teilung zu vermehren; jeder Teil soll aber aus mehrern verschiedenartigen Plastiden zusammengesetzt sein — und jedes beliebige Plastid ist nicht mehr fähig einen neuen Organismus zu erzeugen; dadurch wird die Bildung von Keimzellen (Eier und Sperma) eingeleitet und es entsteht eine geschlechtliche Fortpflanzung. — Als Meriden sind die Grundformen, Olynthus,

Hydra, Trochosphaera etc. zu betrachten. Ebenso verbinden sich Meriden unter sich zu unregelmäßigen resp. sternförmigen (festsitzenden) oder zu reihenförmigen (freien) Stöcken, welche durch Arbeitsteilung und Polymorphismus wiederum zu höhern Individuen (Zoiden) werden. Solche Zoiden sind z. B. die Medusen, Korallentierchen, Echinodermen, Ringelwürmer, Vertebraten. Aus Zoiden werden endlich complicirtere Stöcke (Demen) der Korallen und zusammengesetzten Ascidien gebildet. Die höhern Tiere haben den Wert von Zoiden oder sogar von Demen.

In der Entwicklungsgeschichte jedes höhern Tieres sind zwei Perioden zu unterscheiden. Zuerst wird aus dem Ei das erste Merid gebildet; dieses erzeugt dann durch Teilung oder Sprossbildung die übrigen Meriden. Der Generationswechsel ist also gemeinsames Eigentum aller höhern Tiere; nur ist der Vorgang desto mehr abgekürzt, je vollkommener der betreffende Eierstock zu einem einheitlichen Individuum geworden ist, d. i. je mehr durch Anpassung an das gemeinschaftliche Leben die ursprünglich unabhängigen Meriden sich zu Abteilungen eines Organismus untrennbar verbunden haben. Die ungeschlechtliche Bildung der Meriden beginnt dann im Ei und kann sich in demselben vollziehen. Oder sie erscheint nur noch als Metamorphose und diese wird dann durch noch weiter abgekürzte Entwicklung sogar vollkommen verwischt.

Die einzelnen Formen der Meriden, welche den verschiedenen Tieren zu Grunde liegen, sollen nach P. nicht von einer Urform (etwa einer Gastraea) abstammen. Dieselben haben sich vielmehr direkt aus der Verbindung freier Plastiden gebildet. P. unterscheidet sechs solcher ursprünglicher Meridenvorfahren der jetzigen Tiere und erklärt dadurch das gleichzeitige Erscheinen verschiedener Tiergruppen in den tiefsten palaeozoischen Schichten: 1) Protascus, Grundform der Schwämme; 2) Prohydra, Grundform der Coelenteraten; 3) Procystis, Urechinoderm; 4) Proscolex, erstes Plathelminth; 5) Pronauplius, Grundform der Arthropoden; 6) Protrocha, Urform der Trochosphaera: von dieser letztern stammen die von P. unter dem Namen von Nephrostomaten vereinigten Abteilungen der Rädertiere, Ringelwürmer, Mollusken, Brachiopoden, Vertebraten u. Tunicaten.

Zum Schlusse sucht P. das Gesetz der Vererbung zu erklären. Er verwirft sowol die Pangenesis Darwin's, wie die Haeckel'sche Perigenesis der Plastidule. In besonderen, durch die Tätigkeit des zeugenden Organismus eingeleiteten Bewegungen des Aethers vermutet Verf. die Kraft, welche das Eiplasma zur Ausbildung einer bestimmten Form anregen soll. Diese mit dem Individuum sich weiter entwickelnde ätherische Seele möchte er als einen unsterblichen Anteil der lebenden Organismen betrachten.

C. Emery (Bologna).

H. Brady, Ueber einige arktische Tiefsee-Foraminiferen, gesammelt während der österreichisch-ungarischen Nordpol-Expedition in den J. 1872—74.

Denkschrift. d. Wien. Ak. Bd. XLIII. 1881.

In 16 Proben des Meeresgrundes aus 100—400 m. Tiefe zwischen dem 74° und 80° N. B. westlich von Nowaja-Semlja bis an die Südküste von Franz Josefs-Land fand Brady 71 Arten Foraminiferen. Mit der Foraminiferenfauna des westlichen amerikanischen Polarmeergebiets hat das östliche Gebiet folgende häufig auftretende Arten gemein: *Globigerina bulloides, Pulvinulina Karsteni, Truncatulina lobatula, Cassidulina laevigata, C. crassa* und *Polystomella striatopunctata* Drei sandige Arten: *Reophax difflugiformis, R. scorpiurus* und *Haplophragmium nanum,* welche im östlichen Gebiete gleichfalls allgemein vorkommen, sind in den correspondirenden westlichen Breiten der amerikanischen Seite des arktischen Oceans selten oder fehlen gänzlich. Die Gattung *Lagena,* welche durch 13 Arten vertreten ist, wurde bei Nowaja Semlja viel häufiger gefunden als weiter nach Norden. An den Küsten des Franz Josefs-Landes ist *Saccamina sphaerica* die am meisten in die Augen fallende Foraminifere. Manche sandige Foraminiferen erreichen in den höchsten untersuchten Breiten das Maximum ihrer Größe z. B. *Saccamina sphaerica* und *Rhabdammina abyssorum.* Einige weitverbreitete Foraminiferen dagegen verkümmern in hohen Breiten, z. B. *Globigerina bulloides,* welche hier nur 0,3 mm. Durchmesser hat, während sie im nordatlantischen Ocean mehr als doppelt so groß wird.

Brady begleitet die Namen aller gefundenen Arten mit Bemerkungen über ihre Literatur, Verbreitung u. A. Seine mit einer Karte der Sondirungsstationen und einer Tafel Abbildungen neuer Arten versehene Abhandlung ist der erste wichtige Beitrag zur Foraminiferenfauna des altweltlichen Polarmeers.

K. Möbius (Kiel).

Harnstoff und Sympathicus.

Von Prof. Cajo Peyrani (Parma).

Im Jahre 1870 habe ich eine Reihe von Versuchen angestellt, um die Bedeutung des Sympathicus für die Secretion des Urins und die Excretion des Harnstoffs zu bestimmen und die Resultate meiner Versuche in La Sardegna medica di Firenze vom 15. Juli 1870 veröffentlicht. Ich fand folgendes:

1) Mit der Verstärkung des durch den undurchschnittenen Sympathicus gehenden elektrischen Stromes steigt die Menge des Urins

und des Harnstoffs. 2) Die Menge des Urins und des Harnstoffs ist größer bei einem inducirten als bei einem constanten Strome von derselben Intensität. 3) Durchschneidet man den Sympathicus, ohne ihn zu reizen, so sinkt die Menge des Urins und des Harnstoffs auf ihr Minimum; gleichzeitig wird das arterielle Blut der Nieren schwarz. 4) Reizt man das periphere Ende des Sympathicus, so steigt die Menge des Urins und des Harnstoffs im direkten Verhältniß mit der Intensität des Inductionsstroms; die Gesamtmenge ist jedoch, ceteris paribus, immer geringer als die, welche man durch Reizung des unversehrten Sympathicus erhält [1]).

Nach der elektrischen Reizung des Sympathicus verengern sich die Gefäße der Nieren infolge der vasoconstrictorischen Wirkung der gleichnamigen Fasern des Nerven, welche durch die der Vasodilatatoren nicht mehr im Gleichgewicht gehalten werden.

Es vermindert sich deshalb das Lumen der Nierengefäße und die Menge von Blut, welche in der Zeiteinheit sie durchströmt. Aber während ihrer Verengerung fließt in derselben Zeiteinheit durch die Gefäße eine größere Menge Blut, weil dieses eine größere Geschwindigkeit erlangt. Denn, indem das Blut in dem Kapillarnetz auf ein Hinderniss stößt, wird es durch eine kräftigere Systole des Herzens und der Arterien in dasselbe hineingetrieben. Diese Verstärkung der systolischen Kraft bedingt die Vermehrung der Blutmenge, welche in einer gegebenen Zeit durch die dem Einfluss der vasoconstrictorischen Nerven ausgesetzten Gefäße getrieben wird.

Ich habe nun in den letzten Jahren eine wichtige Lücke auszufüllen versucht. Ich wollte wissen, ob die geringere Menge des durch die Nieren ausgeschiedenen Harnstoffs bei durchschnittenem, aber ungereiztem Sympathicus im Blutplasma aufgespeichert blieb oder nicht. Zu diesem Zwecke habe ich an 8 Hunden, 11 Kaninchen und 3 Meerschweinchen Versuche angestellt. Die Versuchstiere wurden sechs bis acht Stunden nach der Durchschneidung des Sympathicus getötet. Sieben bis acht Tage vor der Durchschneidung des Sympathicus in der Halsregion entzog ich ihnen aus der Schenkelvene 10 ccm. Blut und bestimmte die Menge des in ihm enthaltenen Harnstoffs nach der von Ivon modificirten Methode von Leconte oder nach der Methode von Heintz. Während der sieben bis acht Tage wurden die Hunde reichlich ernährt und ihnen dann der in das dritte oder vierte Halsganglion eintretende Strang des Sympathicus durchschnitten.

Die volumetrische Analyse des im Blutplasma enthaltenen Harnstoffs ergab folgendes Resultat:

---

1) Zur Bestimmung des Harnstoffs benutzte ich damals die Liebig'sche Methode; ich habe sie aber später aufgegeben, weil sie zu vielfachen Irrtümern Anlass gibt; namentlich fällt das Quecksilbernitrat nicht nur den Harnstoff, sondern auch Kreatin, Kreatinin und andere Extractivstoffe.

	Mittlere Menge des Harnstoffs 7—8 Tage vor der Durchschneidung:	auf 1000 g. Blut 6—8 Stunden nach der Durchschneidung:
Bei 8 Hunden	0.152 g.	0,164 g.
Bei 11 Kaninchen	0,098 „	0,106 „
Bei 3 Meerschweinchen	0,109 „	0,115 „

Die Analyse zeigt, dass ein Teil des Harnstoffs nach der einfachen Durchschneidung des Sympathicus im Blutplasma bleibt und infolge der vasomotorischen Lähmung, welche auf die Durchschneidung des Nerven folgt, vielleicht nur sehr langsam durch den Urin und die Haut aus ihm entfernt wird. Die Erweiterung der Kapillaren bedingt eine Verlangsamung des Blutstroms und folglich werden alle Reductions- und Oxydationsprozesse der stickstoff- und eiweißhaltigen Substanzen langsam von statten gehen. Die Excretion dieser, die letzte Oxydationsstufe bildenden Substanzen, geschieht deshalb langsamer. Es ist übrigens allgemein bekannt, dass der Harnstoff zum großen Teil von der außerordentlich heftigen Oxydation der Eiweiß- oder derjenigen stickstoffhaltigen Stoffe herrührt, welche in stickstofffreie (Glycose u. s. w.) und stickstoffreiche Substanzen zerfallen, die wiederum neuen Oxydationen unterliegen, ehe sie in Harnstoff umgewandelt werden.

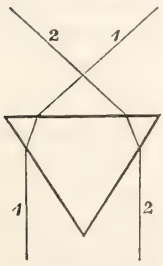
Meine Versuche aus dem Jahre 1870, im Verein mit den eben mitgeteilten, scheinen mir eine pathologische Frage von einiger Bedeutung zu lösen, da sie uns die Anhäufung des Harnstoffs im Blute unabhängig von einer Nephrotomie zeigen. Sie lehren uns ferner den Mechanismus kennen, durch welchen diese Anhäufung stattfindet: er beruht auf der Gefäßerweiterung infolge der Lähmung der gefäßverengernden Fasern des Sympathicus. Aus diesen beiden Tatsachen lassen sich viele klinische Befunde erklären und die therapeutischen Mittel bestimmen, die bei diesen pathologischen Affectionen indicirt sind.

Ueber die neuern Apparate zum Studium der Farbenempfindungen.

Seit jener schönen Entdeckung Franz Boll's, dem Sehroth, gewinnt das Studium der Farbenwahrnehmungen mit gesicherterm Boden neue Anregung; an Stelle der hypothetischen Young-Helmholtz'schen Rot, Grün und Violett empfindenden Elemente treten greifbare Veränderungen, die unter der Einwirkung des Lichts in der Netzhaut entstehen und die Hoffnung wächst, tiefere Einsicht in das Wesen des Sehaktes zu gewinnen. Und so wie die reine Theorie nimmt auch in der Praxis das Interesse an ausgedehnterer Untersuchung der Farbenwahrnehmungen zu; die Farbenblindheit, wichtig für die wissenschaftliche Erkenntniss, wichtiger für das praktische

Leben, fordert erweiterte Untersuchung. Und so sind denn eine Reihe von Apparaten entstanden, die, ausschließlich für die Untersuchungen der Farbenempfindungen bestimmt, sie eingehend zu untersuchen gestatten und zahlenmäßige Angaben über das Ergebniss ermöglichen.

Fasst man zunächst das gemeinsame der neuern Methoden gegenüber der ältern ursprünglichen von Seebeck, oder in verkürzter Form von Holmgren angewandten, oder gegenüber der von Donders, ins Auge, so benutzen sie sämmtlich reine Spektralfarben zur Vergleichung. Damit sind fest bestimmte, in gleicher Weise herstellbare Farben gewonnen, die durch Angabe ihrer Wellenlänge in der Luft in Zahlen sicher definirt werden können. Hirschberg (Ber. üb. d. Wissensch. Instrum. der Berl. Gewerbeausst. i. J. 1879, S. 431) wendet ein Doppelspektroskop, einen Spektralapparat mit zwei Collimatorröhren, an. Die Stellung des Glasprismas und der Gang der Lichtstrahlen in ihm ist durch die beifolgende Zeichnung veranschaulicht. Jeder Strahl 1 und 2 tritt aus einem Collimatorrohr heraus, der eine wird durch die linke Hälfte des Prismas in ein Spektrum zerlegt, der andere durch die rechte. Beide Spektren fallen im Beobachtungsfernrohr über einander; während aber im einen das Rot linker Hand liegt, liegt es im andern zur Rechten, der Uebergang von Rot nach Violett findet in beiden in entgegengesetzter Richtung statt.



Bei dem einen Collimatorrohr kann nun die obere Spalthälfte, bei dem andern die untere durch eine bewegliche Metallplatte verdeckt werden. Dadurch wird vom einen Spektrum die obere, vom andern die untere Hälfte abgeblendet und man erhält so im Beobachtungsfernrohr zwei an einander grenzende Spektren. Eine Blendung im Ocular mit rechteckigem Ausschnitt, die wir im Folgenden den Ocularspalt nennen wollen, sondert einen bestimmten Farbenstreifen aus beiden aus. Das eine Collimatorrohr kann nun durch eine Mikrometerschraube langsam verschoben werden und in demselben Maße verschiebt sich auch das ihm zugehörige Spektrum; so gleiten alle Farben des einen Spektrums allmählich an einer festen, beliebig gewählten Farbe des andern vorüber und können mit ihr verglichen werden. Die Helligkeit der einzelnen Spektralfarben kann bei diesem Apparat nur durch Erweiterung oder Verengerung der Spalten der Collimatorröhren bewirkt werden; damit ändert sich aber zugleich der Farbenton, denn das Spektrum wird, je nachdem der Spalt schmäler oder breiter wird, reiner oder unreiner. Man sollte aber bei solchen Untersuchungen Farbenton und Helligkeit unabhängig von einander ändern können.

Um die Mischfarben aus je zwei Spektralfarben studiren zu können, ferner die Aenderung des Farbentons der einzelnen Spektralfarben mit ihrer Helligkeit, habe ich (Pflüger's Archiv XXIV. 324)

einen Apparat von folgender Construction angegeben: Das Collimatorrohr eines Spektralapparats ist der Länge nach zu beiden Seiten aufgeschnitten; in ihm in einer Messinghülse mit zwei seitlichen Stiften, die in jenen Ausschnitten gleiten, sitzt ein Rochon'sches Prisma mit seinen brechenden Kanten parallel dem Spalt. Es kann in dem Rohre vom Spalt bis zur Linse verschoben werden; eine Skala neben dem Ausschnitt misst seine Verschiebung. Es erzeugt zwei Spaltbilder, die um so weiter von einander abstehn, je mehr es sich vom Spalt entfernt; und dem entsprechend auch zwei Spektren im Beobachtungsrohr, von denen das eine über das andre beim Verschieben des Prismas hingleitet. So kann man je zwei Farben zur Deckung bringen und ihre Mischfarbe beobachten; ein drehbares Nicol'sches Prisma, das vor dem Collimatorspalt außerhalb des Rohres angebracht ist, erlaubt ihre Helligkeit in beliebigem Verhältniss zu ändern. Ein kleines seitlich angebrachtes Rohr mit Mikrometerskala, wie beim Bunsen'schen Spektralapparat, und die Längsskala am Ausschnitt des Collimatorrohrs, gestatten die Wellenlängen der beobachteten Farben anzugeben.

Will man die Aenderung des Farbentons mit der Helligkeit studiren, so wird vor die obere Spalthälfte, auf einem Schlitten verschiebbar, ein total reflectirendes Glasprisma geschoben zwischen Spalt und Nicol, welches das Licht einer seitlichen Flamme in die obere Spalthälfte hineinreflectirt. Man entfernt dann das doppelbrechende Prisma soweit vom Spalt, dass das bewegliche Spektrum ganz aus dem Gesichtsfeld verschwindet; das feststehende ändert dann seine Helligkeit mit dem Drehen des Nicols, während das gleichfalls feststehende Spektrum von der andern Spalthälfte, dessen Licht, im rechtwinkligen Glasprisma reflectirt, nicht durch das Nicol'sche Prisma gegangen ist, seine Helligkeit beim Drehen des polarisirenden Prismas nicht ändert. So kann man das eine Spektrum gegen das andere allmählich verdunkeln, und in den verschiedenen über einanderstehenden Farben den Unterschied des Farbentons im hellern und dunklern Spektrum studiren.

Helmholtz, dem die Untersuchung der Mischfarben schon so sinnreiche Methoden verdankt, hat in neuerer Zeit (Bericht über die Wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879, Seite 520) einen Apparat konstruirt, um Mischfarben aus zwei homogenen Spektralfarben mit einander vergleichen zu können. Der Apparat gleicht äußerlich einem Spektralapparat mit zwei Collimatorröhren; beide sind gegen die eine Fläche des Glasprismas, die Eintrittsfläche desselben für das von ihnen ausgehende Licht, um gleiche Winkel nach entgegengesetzten Seiten geneigt; auf die dieser Fläche gegenüberliegende Kante ist das Fernrohr gerichtet und zwar so, dass seine Achse, verlängert die Kante treffend, senkrecht auf der Eintrittsfläche steht. So geht das Licht vom einen Collimatorrohr durch die eine Hälfte des Prismas und die ihr gegenüberliegende

Hälfte der Objectivlinse ins Fernrohr, das Licht des zweiten Collimatorrohrs durch die andern Hälften vom Prisma und der Objectivlinse; dort, wo die Spektren entstehen, sitzt im Beobachtungsfernrohr ein Ocularspalt, der nur gewisse auf ihn fallende Farben austreten lässt. Befindet sich ein Auge hinter ihm, so sieht es die beiden Hälften der Objectivlinse erleuchtet und zwar in der Farbe, welche der Ocularspalt vom Spektrum des Lichts jeder Hälfte hindurchlässt.

Im Innern der beiden Collimatorröhren sitzen nun zwei doppelbrechende Rochon'sche Prismen mit den brechenden Kanten parallel zum Spalt; sie sind durch einen Trieb im Rohre verschiebbar. Sie erzeugen von jedem Spalt zwei Bilder, die um so weiter von einander abstehen, je weiter das doppelbrechende Prisma vom Spalt entfernt ist. So entstehn vor jedem Spalt zwei Spektren, von denen das eine mit wachsender Entfernung des doppelbrechenden Prismas vom Spalt von Roth nach Blau über das andere feststehende hingleitet. Im Spektrum des Lichts jeder Objectivhälfte decken sich im Allgemeinen zwei Farben, und diejenigen, welche auf den Ocularspalt fallen, bestimmen die aus ihnen zusammengesetzte Mischfarbe, in der die entsprechende Hälfte der Objectivlinse dem Auge hinterm Ocularspalt erscheint. So erscheint jede Hälfte in der ihr entsprechenden Mischfarbe. Der große Vorzug des Apparats besteht darin, dass die zu vergleichenden Farben große Flächen ausfüllen und es wächst bekanntlich die Sicherheit, mit der das Auge Farbenunterschiede erkennt, mit der Größe der verglichenen farbigen Felder. Vor jedem Spalt sitzt ein Nicol mit Teilkreis und eine Linse, die das Licht auf den Spalt concentrirt; durch Drehung des Nicols können die Mischfarben in jedem Verhältniß gemischt werden.

Dem Apparat ist auch ein Ocular beigegeben, durch das man das Spektrum in gewöhnlicher Weise beobachten kann; mit Hilfe der dann im Ocularspalt sichtbaren Frauenhofer'schen Linien kann man die Wellenlängen der Farben genau angeben, die durch denselben hindurch sichtbar sind. Mit Benutzung desselben lassen sich auch die Mischfarben vom Lichte jeder Hälfte der Objectivlinse, die beide auf den Ocularspalt fallen, jetzt, wo das Ocular alles von diesem Spalt ausgehende Licht auf einen Punkt vereinigt, wieder mischen, so dass sich vier einfache Spektralfarben mischen lassen.

Bringt man endlich die beiden doppelbrechenden Prismen in den beiden Collimatorröhren unmittelbar an die Spalten, so geben sie von diesen auch nur ein Bild und jedes Collimatorrohr liefert dann nur ein Spektrum. Verdeckt man nun von einem Spalt durch einen vor ihm befestigten Schieber, einer verschiebbaren geschwärzten Messingplatte, die obere Hälfte, und vom andern in ähnlicher Weise die untere, so sieht man im Beobachtungsfernrohr zwei übereinanderliegende Spektren, in denen der Uebergang von Roth nach Blau in entgegengesetzter Richtung statt hat. Dreht man das eine Collimatorrohr

durch eine mit ihm verbundene Mikrometerschraube, so verschiebt sich sein Spektrum unter dem anderen feststehenden und so kann man auch jede Farbe der einen mit jeder des andern vergleichen, oder irgend zwei einfache homogene Spektralfarben mit einander zur Vergleichung bringen.

In weiterer Verfolgung meiner frühern Bemühungen, einen Apparat zur qualitativen und quantitativen Untersuchung der Farbenwahrnehmungen zu konstruiren, habe ich einen Apparat angegeben (Pflüger's Archiv XXIV. 307), der die Untersuchung des Farbensinns in seinem ganzen Umfange gestattet. Der Apparat hat äußerlich die Form eines Spektralapparats. Sein Spalt ist in zwei Hälften geteilt, von denen die obere durch einen mit ihr fest verbundenen, drehbaren Hebelarm senkrecht zur Längsrichtung des Spalts verschoben werden kann; die Drehungen dieses Arms können an einem geteilten Grundbogen abgelesen werden. Stehen beide Spalthälften genau über einander, so sieht man im Beobachtungsfernrohr nur ein Spektrum, wird die obere Spalthälfte verschoben, so gleitet dem entsprechend die untere Hälfte des Spektrums im Fernrohr der obern entlang und jede Farbe im einen kann unter jede Farbe im andern gebracht und mit ihr verglichen werden; ein Ocularspalt im Fernrohr schneidet aus beiden Spektren einen engbegrenzten Streifen zur Beobachtung aus. Eine Teilung am Rande des Tisches erlaubt die Bestimmung der Wellenlänge der sichtbaren Farbe des festen Spektrums, und die am Gradbogen ablesbare Drehung des Hebelarms, der die obere Spalthälfte verschiebt, zugleich die Wellenlänge des sichtbaren Teils des verschobenen Spektrums.

Um nun die Helligkeit der beiden verglichenen Farben beliebig ändern zu können, was für die Untersuchung von Farbenblinden, die bisweilen bei verschiedenen Farben nur Helligkeitsunterschiede sehen, so wichtig ist, ohne zugleich den Farbenton zu ändern, habe ich unmittelbar hinter der Linse des Collimatorrohrs ein doppelbrechendes Rochon'sches Prisma, mit seinen brechenden Kanten senkrecht zum Spalt angebracht und ein drehbares polarisirendes Prisma mit Teilkreis; ferner sind die beiden Spalthälften an den einander zugekehrten Seiten mit einem geschwärzten Messingstreifen bedeckt, so dass der Spalt als Ganzes in seinem mittlern Teile abgeblendet ist. Hierbei entwirft das doppelbrechende Prisma von jeder Spalthälfte zwei Spektren unter einander, die senkrecht zu einander polarisirt sind. Das nicht abgelenkte der einen Hälfte berührt das abgelenkte der andern, die beiden andern Spektren sind durch die Blendung im Ocular des Fernrohrs abgeblendet, und beide ändern ihr Helligkeitsverhältniss beliebig, je nach der Lage des polarisirenden Prismas zu den Hauptschnitten des doppelbrechenden.

Erlauben die bisher beschriebenen Teile die Vergleichung irgend einer Farbe mit irgend einer andern und zugleich die Beantwortung

der Frage, ob ein Auge zwischen ihnen Farbenunterschiede und Helligkeitsunterschiede, oder nur Helligkeitsunterschiede wahrnimmt, so will ich jetzt zur Beschreibung des Teils übergehn, der auch gestattet, Weiß mit irgend einer Spektralfarbe zu vergleichen. Diese Vergleichung ist bekanntlich bei der Untersuchung der Farbenblinden von Wichtigkeit, denn sie ergibt die dem Farbenblinden fehlende Farbe. Zu diesem Zweck trägt das seitliche kleine Rohr, welches sonst die an der einen Prismenfläche gespiegelte Mikrometerscala enthält, ein rechteckiges Diaphragma von veränderlicher Breite und Höhe und zwei Nicol'sche Prismen, von denen eins drehbar ist. Bei einfallendem weißen Licht kann ein Bild des Diaphragmas über dem Spektrum im Beobachtungsfernrohr entworfen werden; seine Helligkeit lässt sich durch das drehbare Nicol beliebig abschwächen. So lässt sich die Farbe aufsuchen, welche der Farbenblinde mit Weiß verwechselt.

Das Weiß lässt sich auch auf das Spektrum selbst werfen und man erhält dann die weißlichen Abstufungen der Spektralfarben.

Wenn man den geschwärzten Messingstreifen, welcher die Mitte des Gesammtspaltes verdeckt, entfernt, so greifen die im Allgemeinen gegeneinander verschobenen Spektren der beiden Spalthälften zum Teil in einander über und man erhält die Mischfarben aus je zwei Spektralfarben, und zwar mit Hülfe des drehbaren Nicols hinter dem Rochon'schen Prisma in jedem beliebigen Mengenverhältniss. Auch diese Mischfarbe lässt sich mit dem Weiß des seitlichen kleinen Rohrs vergleichen, und so lassen sich die Complementärfarben bestimmen.

Der Apparat lässt sich auch so einrichten, dass man die Mischfarbe aus je zwei Spektralfarben mit irgend einer andern Spektralfarbe vergleichen, oder auch diese dritte Spektralfarbe mit den beiden andern in jedem Verhältniss mischen kann. Zu diesem Zweck verengert man das rechteckige Diaphragma zu einem Spalt und setzt auf die Linse des kleinen seitlichen Rohrs eine Röhre mit einem kleinen Prismensatz mit gerader Durchsicht auf; man erhält dann im Fernrohr an Stelle der vorigen weißen Bilder des Diaphragmas ein Spektrum und kann dann entweder die im Ocularspalt sichtbare Farbe desselben mit der unter ihr befindlichen Mischfarbe aus je zwei Spektralfarben vergleichen, oder, wenn man das kleine seitliche Rohr durch eine an ihm wirkende Schraube so neigt, dass sein Spektrum auf die Mischfarben aus den beiden Spektren des Collimatorrohrs fällt, auch diese dritte Farbe mit den beiden andern mischen.

Donders hat das Problem, die Mischfarbe aus zwei homogenen Spektralfarben mit einer dritten Spektralfarbe zu vergleichen, in anderer Weise zu lösen gesucht. Er benutzt dazu (Klin. Monatsbl. für Augenheilkunde. Maiheft 1881) ein System von zwei nebeneinander befindlichen Spalten, die in verschiedener Entfernung von einander gebracht werden können und von denen der eine sich durch dieselbe Schraube um so viel verengt, als der andere sich erweitert; unter ihm

lässt sich ein einfacher Spalt hin und her bewegen. Die beiden Spalten nebeneinander geben dann zwei sich zum Teil deckende Spektren und die beiden sich an irgend einer Stelle deckenden Farben ändern sich mit dem Abstand der beiden Spalten von einander, der sich variiren lässt. Je enger die Spalten bei einander stehen, um so näher stehen sich die beiden sich deckenden Farben im Spektrum. Unter diesen beiden sich zum Teil deckenden Spektren sieht man im Fernrohr des Spektralapparats das Spektrum des einfachen Spalts; wird er verschoben, so verschiebt sich auch sein Spektrum unter den beiden vorigen hin und her. Der Ocularspalt sondert aus den vielen, durch die teilweise Uebereinanderlagerung der beiden ersten Spektren entstehenden Mischfarben eine aus, und unter ihr treten mit der Verschiebung des einfachen Spalts der Reihe nach die einfachen Farben des Spektrums auf und können mit ihr verglichen werden.

Ferner erwähnt Donders in derselben Abhandlung (Seite 5 des Sonderabdrucks) auch einer Vorrichtung, bei welcher der einfache Spalt, der sich in dem vorher beschriebenen Apparat unter den beiden durch dieselbe Schraube zu verengernden, bezüglich zu erweiternden Spalten befand, entweder zwischen diese beiden gebracht werden konnte, oder auf die eine oder die andere Seite von ihnen. So ließen sich drei beliebige einfache Spektralfarben mischen.

Die Intensität der einzelnen Farben eines Spektrums ist hierbei der Spaltbreite proportional angenommen. Dagegen ist nun daran zu erinnern, dass die Untersuchungen an Spektrophotometern ergeben haben, dass die Helligkeit an einer Stelle des Spektrums nicht der Spaltbreite proportional ist, sondern in complicirterer, von der Dispersion des Prismas des betreffenden Spektralapparats abhängenden Weise von ihr abhängt. Ferner hat sich bei diesen Untersuchungen herausgestellt, dass mit zunehmender Spaltweite sich mit abnehmender Reinheit des Spektrums auch der Farbenton in den einzelnen Stellen ändert. Wenn man daher nach dieser Methode die Intensität der Teilfarben einer Mischfarbe durch Spalterweiterung ändert, so ändert man auch zugleich in mehr oder weniger erheblicherm Maße ihren Farbenton; geringe Aenderungen des Farbentons der Teilfarben ändern aber oft, so bei Mischungen von Rot und Grün zu Weiß, den Farbenton der Mischfarbe erheblich. Es bleibt daher noch zu untersuchen, ob diese Methoden der Farbenmischung dieselben Resultate ergeben, wie diejenigen, welche beim Mischen die Reinheit des Spektrums ungeändert lassen und die Helligkeit der Teilfarben durch polarisirende Vorrichtungen ändern.

Die hier besprochenen Apparate werden sämmtlich von Franz Schmidt und Hänsch in Berlin angefertigt.

P. Glan (Berlin).

Dr. G. Horváth, Ueber einen eigentümlichen Fall von durch Insekten entstandener Hybridbildung.

Im Természettudományi Közlöny. XIII. Bd. S. 353—354. Budapest 1881.

Bei Budapest wurden im vorigen Jahre in der Nähe eines Bienenstocks folgende drei Bohnenarten gesät: braune Butterbohne, schwarze Wachsbohne und bunte Zuckerbohne; letztere rankend, die beiden erstern nicht. Alle drei keimten gut und brachten je 40—50 Stauden. Die Nähe des Bienenstocks ließ Hybridation mit Sicherheit erwarten; aber das Resultat war ein anderes. Die Samen einer jeden Staude behielten ihre ursprünglichen Charaktere, nur die braune Butterbohne zeigte eine Staude, deren Hülsen sich schon durch ihre Gestalt auffällig machten, und deren Samen ein eigentümliches Gemenge von Verschiedenheiten zeigten. Im Ganzen gab diese Staude 61 Samen, die sämmtlich von dem Gesäten verschieden waren, aber auch unter einander hinsichtlich der Form, Farbe und Größe so sehr abwichen, dass man sie in 10—12 Arten hätte trennen können. Bei genauerer Prüfung überzeugte man sich aber, dass sie nur das Gemenge der Charaktere der drei gesäten Bohnenarten an sich trugen. Dass hier die Bienen tätig eingegriffen hatten, ist unstreitbar; dass aber nur eine Staude das Resultat dieses Eingriffes zeigte, ist sicher auffallend.

M. Staub (Budapest).

W. Gruber, Anatomische Notizen.

Archiv f. pathol. Anat. 1881. Bd. 86. S. 15—25. Taf. I.

Die zweite bis vierte der 10 kleinen unter obigem Titel vereinigten Abhandlungen betreffen Varietäten der Muskeln. Zuerst wird ein einmal beobachteter, bisher wie es scheint noch nicht beschriebener *M. ulnaris externus brevis* geschildert, welcher einem in 0,6 % der Extremitäten vorkommenden überzähligen *M. peronaeus brevis secundus* homolog ist. Sein Antagonist ist der sehr seltene *M. flexor carpi ulnaris brevis*, der sich an das Os carpale IV ansetzt (s. des Ref. Handb. der Anatomie. Bd. III. 1881. S. 106). Gruber sagt, dass nach der citirten Angabe des Ref., — dem nebenbei ein durchaus unwahrer Vorwurf (vergl. Arch. f. Anat. und Physiol. 1869. S. 422, sowie Gruber, l. c. S. 3, 18 u. 28) gemacht wird — dieser Muskel sich an das Os metacarpale IV ansetzen solle. Gruber hat, wie man sieht, die Ossa carpale IV und metacarpale IV verwechselt. Den *M. piso-uncinatus* sah Gruber bei 220 Leichen in 2,5 % der Extremitäten und homologisirt denselben nicht mit einem der beiden Ligg. piso-uncinata, sondern mit einem Streifen der Fascia palmaris, den Gruber für eine zum Processus hamatus oss. carpal. IV reichende Fortsetzung der Sehne des M. flexor carpi ulnaris hält, die Arcus tendineus pisohamatus genannt wird. Dieser Arcus soll in etwa 90 % der Extremitäten vorkommen; es ist jedoch durchaus willkürlich (Ref.), ob man einen derartigen Streifen aus einer Fascie herauspräpariren will oder nicht. Von Henle (Nervenlehre, 1879. S. 514) ist derselbe bereits als „sehnige Brücke" beschrieben worden, was Gruber zu erwähnen unterlassen hat. Fehlen des *M. tensor fasciae latae* wurde einmal gesehen.

W. Krause (Göttingen).

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt" bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut"** zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **10. Januar 1882.** **Nr. 20.**

Inhalt: **Wortmann,** Ein Beitrag zur Biologie der Mucorineen. — **Credner**, Die Stegocephalen aus dem Rotliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden. — **Ranvier**, Die Hornhaut. — **Munk,** Zur Physiologie der Grosshirnrinde. — **Exner**, Untersuchungen über die Lokalisation der Funktionen in der Grosshirnrinde des Menschen. — **Schultze,** Die Grundgedanken des Materialismus und die Kritik derselben. — **Brügger,** Beobachtungen über wildwachsende Pflanzenbastarde der Schweizer- und Nachbarfloren.

J. Wortmann, Ein Beitrag zur Biologie der Mucorineen.

Bot. Zeitung 1881. Nr. 23 und 24.

F. Darwin, Ueber Circumnutation bei einem einzelligen Organ.

Ebendaselbst Nr. 30.

Die erste der vorliegenden beiden Arbeiten gibt uns einige interessante Aufschlüsse über specifische Wachstumsursachen bei Mucorineen.

Sachs hatte bei seinen Untersuchungen über die „Ausschließung der geotropischen und heliotropischen Krümmungen" (Arb. d. bot. Instit. Bd. II) beobachtet, dass die Sporangienträger von *Phycomyces nitens* sich senkrecht zur Oberfläche des Substrats zu stellen suchen, und glaubte dies auf die gleichmäßige Verteilung der Luftfeuchtigkeit um den Fruchtträger zurückführen zu müssen, während van Tieghem (Extrait du bull. de la soc. de France T. 23) den Einfluss der Luftfeuchtigkeit leugnete und die Erscheinung aus der Massenwirkung des Substrats erklärt, indem die Pflanzen nach ihm einen Somatotropismus besitzen, welcher sie senkrecht zum Substrat zu stellen bestrebt ist.

Zur Entscheidung der Frage kultivirte W. *Phycomyces* auf feuchtem Brot im Finstern und bedeckte nach einigen Tagen das Substrat mit einer durchbohrten Glasscheibe, durch deren feine Oeffnung er nur einen Fruchtträger durchtreten ließ. Der Glasplatte war an einer Seite eine Pappscheibe aufgekittet. War dieselbe feucht, so wurde

der Fruchtträger abgelenkt; er wuchs im günstigsten Fall in fast horizontaler Richtung von der senkrechten Pappscheibe weg und richtete sich erst später durch seinen negativen Geotropismus allmählich auf. Die trockene Pappscheibe war durchaus wirkungslos. Wuchs der Fruchtträger senkrecht abwärts neben der feuchten Pappscheibe, so erfolgte die negative geotropische Aufwärtskrümmung in allen Fällen in einer Ebene senkrecht zu der Pappscheibe. Die trockene Scheibe war auch in diesem Falle wieder ohne Einfluss. Verschiedene Variationen des Versuchs führten immer zu demselben Resultat, dass ein Somatotropismus der Fruchtträger nicht vorhanden ist, dass dieselben dagegen sehr empfindlich für Feuchtigkeitsdifferenzen der Luft sind.

An dem Mycel konnte eine entsprechende Empfindlichkeit nicht nachgewiesen werden; es ist positiv geotropisch, vermag aber abwärts wachsend nicht in Wasser einzudringen.

Die Ursache der Arkadenkrümmung bei den Stolonen einiger Mucorineen wurde von van Tieghem ebenfalls in einem positiven Somatotropismus derselben gesucht. W. zeigt nun, dass diese Stolonen aus rein innern Ursachen beim Wachstum fortwährend Nutationen ausführen, dadurch gelangt die reizbare Spitze mit fremden Körpern in Berührung. Der Reiz der Berührung veranlasst den Stolo zur Rhizoiden- und Fruchtträgerbildung. Auffallend ist, dass auch das Wasser wie ein fester Körper wirkt.

Die zweite Arbeit hat zum Zweck nachzuweisen, dass entsprechend den vielzelligen Pflanzenorganen, wie in „The power of movement in Plants“ (Cbl. Nr. 2 u. 6) ausgeführt wurde, auch einzellige Pflanzen beim Wachstum Circumnutationen ausführen. Fruchtträger von *Phycomyces nitens* unter dem Mikroskop direkt beobachtet zeigten die schönste Circumnutation. Auch bei den negativ geotropischen und den heliotropischen Krümmungen waren die Circumnutationen noch deutlich erkennbar. Als die Fruchtträger bei einseitiger Beleuchtung um eine vertikale Axe rotirten, zeigte sich, dass dieselben binnen ungefähr 6 Minuten zwei entgegengesetzte heliotropische Krümmungen auszuführen im Stande sind.

Da Turgescenzänderungen nicht zur Erklärung der ungleichmäßigen Wachstumserscheinungen bei *Phycomyces* ausreichen können, so glaubt der Verfasser Aenderungen in der Struktur der Zellwand annehmen zu müssen und will solche auch als mitwirkend bei den Krümmungen mehrzelliger Organe angesehen wissen.

Bekanntlich hat Wiesner (Wiener Denkschriften Bd. 43; vgl. Cbl. Nr. 15) kürzlich nachgewiesen, dass in der Tat bei den heliotropischen Krümmungen von Geweben Turgor und Dehnbarkeit an der beleuchteten Seite eine Verminderung erfahren.

G. Berthold (Göttingen).

H. Credner, Die Stegocephalen (Labyrinthodonten) aus dem Rotliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden. I.

Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft Bd. XXIII, Heft 2 S. 298 ff. Tf. 15—18. Berlin 1881.

Im Vergleich mit den zahlreichen Formen von Stegocephalen aus dem Carbon und Perm Nordamerikas, Brittaniens, namentlich aber Böhmens, sind bisher aus den gleichalterigen Formationen Deutschlands nur eine geringe Anzahl von Vertretern jener Ordnung, und zwar acht Genera mit neun Arten, bekannt geworden. Neuerdings wurde nun in Sachsen ein Fundort für Stegocephalen entdeckt, dessen Reichhaltigkeit an Formen den böhmischen Vorkommnissen nicht nachsteht. Am rechten Gehänge des Weißeritztals im Plauen'schen Grunde wird am Windberg ein Kalksteinflötz abgebaut, das seinem geologischen Alter nach ins Mittel-Rotliegende gehört. Auf den Schichtflächen dieses Kalksteins finden sich zahlreiche Ueberreste von Stegocephalen in teilweise prächtiger Erhaltung, die sich durch ihre weiße Farbe ungemein scharf von dem grauen Kalksteine abheben. Dieses reiche Material beabsichtigt Credner in einer Reihe von Aufsätzen zu behandeln, die in obiger Zeitschrift nacheinander erscheinen sollen, von denen der erste die Beschreibung des *Branchiosaurus*[1] *gracilis* Crdn. bringt, dessen Skeletbau an den Resten von etwa hundert Individuen genau studirt werden konnte.

Der Schädel zeichnet sich durch seine verhältnissmäßig kurze, breite, vorn abgerundete Gestalt aus, und bildet hierdurch den extremen Gegensatz zu den spitz schnautzenförmigen Schädeln von *Archegosaurus* und *Trematosaurus*. Der Hinterrand ist wenig ausgeschweift, die Augenhöhlen groß und weit nach vorn gerückt. Auf der Oberfläche der Schädelknochen fehlen die bei den andern Stegocephalen sich deutlich markirenden, radiär vom Ossifikationspunkte ausgehenden Strahlensysteme; dahingegen finden sich die für das Genus charakteristischen, kleinen, rundlichen Grübchen, welche eine bestimmte Anordnung nicht aufweisen. Auch die größten Exemplare besitzen Kiemenbögen, deren Anzahl etwa zwei betragen mochte. Ein specifisches Merkmal ist die ungemein dünne und schlanke Wirbelsäule, im Vergleiche mit welcher die des nahe verwandten *B. salamandroides* Böhmens viel kräftiger und gedrungener erscheint. Die Zahl der Wirbel ließ sich nicht mit Sicherheit angeben, da die Anzahl der Schwanzwirbel nicht genau bekannt ist, doch mag sie nicht mehr als 33 betragen haben, wovon 20 auf den Rumpf kommen. Die Wirbel bestehen aus einer schwachen Knochenhülse, welche die mächtig entwickelte, intravertebral erweiterte Chorda umspannt.

1) Zur nähern Orientirung vgl. Fritsch, Die Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens. Prag 1879 u. 1880. Das beste und ausführlichste Werk über die Stegocephalen.

Letztere ist in vielen Fällen durch Brauneisenerz ersetzt, dessen Oberfläche eine zarte aber dichte Chagrinirung zeigt. Sämmtliche präsakrale, vielleicht mit Ausnahme des nicht bekannten ersten Wirbels, und der vordere Teil der Caudalwirbel trugen gerade, bewegliche Rippen, von denen diejenigen, welche direkt hinter dem Brustgürtel folgen, die größten sind. Die Caudalwirbel nehmen nach hinten an Größe beträchtlich ab und stellen im größten Teile des Schwanzskelets Knochenplättchen dar, welche anfänglich unregelmäßig zackig, später von vierseitiger Form sind. Kleine schräg nach hinten gerichtete, schmale Knochenplättchen, welche auf der einen Seite der Schwanzwirbel auftreten, weisen auf einen ziemlich hohen, seitlich comprimirten Ruderschwanz hin.

Der Schultergürtel besteht aus 7 Stücken: einer Kehlbrustplatte, je 2 Coracoidea, Schlüsselbeinen und Schulterblättern, doch ist die Deutung dieser Reste eine ungemein schwierige, da dieselben niemals im Zusammenhange erhalten sind. Die Extremitäten bestanden mit Ausnahme der knorpeligen Hand- resp. Fußwurzel aus Röhrenknochen, die knorpelige Gelenkköpfe trugen. Die Hinterextremitäten sind länger und schlanker, als die vorderen. Zweifelhaft bleibt die Zahl der Finger und Zehen; die besterhaltenen Exemplare zeigen von beiden nur vier, nun besitzt aber *B. salamandroides* deren 5, daher nimmt Credner die gleiche Zahl auch für *B. gracilis* in Anspruch, da es höchst unwahrscheinlich erscheint, dass zwischen zwei so nahe verwandten Formen eine derartige Differenz bestünde.

Der meist in großer Schönheit erhaltene Beckengürtel setzt sich zusammen aus den zarten, ovalen oder fünfseitig abgerundeten Sitzbeinen, die wahrscheinlich wie bei *Salamandra* durch einen schmalen Knorpelstreifen verbunden waren, und den ungemein kräftigen mit Knorpel erfüllten Ilien. Die augenscheinlich knorpeligen Schambeine haben keine Spur hinterlassen. Von großem Interesse sind die Bemerkungen über die Verbindung des Beckens mit der Wirbelsäule, die Fritsch bei *B. salamandroides* nicht feststellen konnte. Credner macht es nun ungemein wahrscheinlich, dass diese Verbindung ähnlich wie bei der Mehrzahl der lebenden Urodelen, mittels eines Rippenpaares und nicht direkt mit den Querfortsätzen der Sakralwirbel stattfand. Darauf hin deuten wenigstens die direkt vor dem Becken liegenden Rippen, welche viel kräftiger und stärker als die der vorhergehenden Wirbel ausgebildet sind. Im andern Falle mussten die Querfortsätze wie bei *Melanerpeton* seitlich erweitert sein, wovon sich aber bei *B. gracilis* keine Andeutungen finden.

Die Hautbedeckung ist unbekannt. Die Gesamtlänge des Tieres schwankt zwischen 46 und 62 mm.

Noetling (Königsberg).

L. Ranvier, Die Hornhaut.

Leçons d'anatomie générale faites au collège de France. Année 1878—1879: Terminaisons nerveuses sensititives, Cornée. — Paris 1881. (Leçons recueillies par M. Weber).

Nach dem Studium der Nervenstränge und der motorischen Nervenendigungen, die den Gegenstand seiner frühern Vorlesungen bildeten[1]), beginnt R. mit dem Studium der Hornhaut das der sensiblen Nervenenden und der sie tragenden Organe.

Nach dem einleitenden ersten Vortrage, welcher einer theoretischen Erörterung über die Rolle der Hypothese in der Wissenschaft gewidmet ist, untersucht Verf. in seiner zweiten Vorlesung die Frage der Entwicklung des Nervensystems und insbesondere die Theorien über die Entwicklung der Nerven. Hensen's Theorie des allmählichen in die Länge ziehens einer Brücke zwischen Perceptions- und Receptionsnervenzelle, die aus der Teilung einer und derselben Sinnesepithelzelle entstammen würde, verwirft Verf. aus Gründen, die dem Studium über Nervenregeneration entlehnt sind, und namentlich wegen der Tatsache, dass die Nervenfasern nach ihrer Durchschneidung durch Sprossen wachsen. Schwann's Theorie des Aneinanderreihens von distinkten Zellen, die von Engelmann wieder aufgenommen wurde, ist nicht stichhaltig, denn der Axencylinder ist absolut kontinuirlich; die von R. entdeckten, durch die „Schnürringe" abgegrenzten Teilstrecken betreffen nur die Umhüllungen des Axencylinders, welcher selbst ungeteilt durch sie hindurchgeht wie der Faden durch die auf ihn aufgereihten Perlen. Ranvier's Knospungstheorie, eine von Hensen schon gehegte, aber sofort verworfene Vermutung, findet in den Experimenten über Nervenregeneration triftige Beweise; und die vorliegende Arbeit wird deren noch mehr beibringen.

In kurzen Zügen werden in der dritten Vorlesung unsre Kenntnisse von der Entwicklung des Organs dargelegt, und alsdann zu einer kritischen Durchsicht der Literatur geschritten, welche nicht weniger als drei Vorlesungen in Anspruch nimmt. Um in einem so ausgedehnten Material Ordnung zu schaffen, unterscheidet R. drei Perioden, die nach dem zu der betr. Zeit am meisten gebrauchten mikroskopischen Reagens benannt werden. Es sind: die Periode der Essigsäure bis zum Jahre 1861 (Reichert, Toynbee, Virchow, Bowman etc.), die Periode des Silbers von 1861 bis 1867 (Recklinghausen, [His,] Hoyer, u. a. m.), endlich die Periode des Goldes bis heutzutage.

Bindegerüste. Das Experimentalstudium beginnt alsdann mit der Frage: Wie ist die Durchsichtigkeit der Hornhaut zu er-

1) Leçons sur l'histologie du système nerveux. (Paris 1878 Savy édit.) und Leçons d'anatomie générale 1877—1878 (Paris 1880. J. Baillière et Fils.)

klären, da sie doch aus denselben Elementen besteht wie die Haut? Zwei Möglichkeiten sind vorhanden: Entweder sind die an und für sich durchsichtigen Elemente in einer gleichbrechenden Flüssigkeit (wie Glasscherben in Canadabalsam) eingeschlossen, oder es sind gleichbrechende Elemente in absolutem Kontakt miteinander: die durch Druck entstehende Trübung — eine altbekannte, ja an einem ganz losen halbgetrockneten Stück der Membran, also ganz ohne Spur von Flüssigkeitsaustritt zu beobachtende Erscheinung, — ist, wie schon Bowman behauptete, einer Aenderung der Hornhautfasern[1]) und nicht etwa einer Verschiebung der Lamellen zuzuschreiben: man kann diese durch Ziehen (mittels einer Pincette an zwei entgegengesetzten Punkten, dessen einer den vordersten und der andere den hintersten Schichten angehörig) sehr stark über einander verschieben, ohne Trübung hervorzurufen, falls man nur langsam genug zieht.

Die Hornhautfasern unterscheiden sich von denen des gewöhnlichen Bindegewebes durch die colloïde Eigenschaft, in Wasser ungemein stark aufzuquellen, weshalb sie durch die gewöhnliche Methode der Maceration in Wasser sich nicht demonstriren lassen. Die von Rollet angegebenen Reagentien (Kalk- und Barytwasser) machen die Quellung noch stärker und infolge dessen die Fibrillen vollkommen unsichtbar. Recht geeignet zur Demonstrirung des fibrillären Baues der Hornhaut ist das Zerzupfen nach vorheriger Fixirung in Osmiumsäuredämpfen (durch Aufhängen in der feuchten Kammer während 1 oder 2 Stunden über 1 ccm. einer einprocentigen Lösung).

---

1) Eine endgiltige Erklärung dieser Drucktrübung verdanken wir v. Fleischl (Ueber eine optische Eigenschaft der Cornea, Wiener Akad. 1. Juli 1880); sie liegt in der Doppelbrechung der gespannten Fasern, eine Eigenschaft, welche die Hornhaut mit allen fibrösen Geweben teilt. Die doppelbrechend gewordenen Elemente nehmen einen andern Brechungsindex an, und dadurch wird das Licht beim Uebergang aus diesen doppelbrechend gewordenen Elementen in ihre Umgebung und umgekehrt reflektirt. Von den Beweisen v. Fleischl's heben wir heraus: 1) das Auftreten der Doppelbrechung im Momente der Spannung und 2) das gleichzeitige Sichtbarwerden der gespannten und nur dieser Fasern unter dem Mikroskop. Für das Detail der sinnreichen Experimente s. das Original.

Die Druckopacität ist eine bekannte Erscheinung des Glaukomanfalls. Hier verbinden sich Nebenerscheinungen, die am losen Auge durch langfortgesetzten Druck nachzuahmen sind (das Auge werde mittels eines Schraubstocks gleichmässig zusammengedrückt). Es sind: eine Unebenheit der Oberfläche durch das Entstehen von minimalen Bläschen, welche dann bersten und das Beschlagen des Epithels mittels einer Unmasse von Flüssigkeitströpfchen, die man unter dem Mikroskop constatirt. Dass aber das Epithel bei der fraglichen Trübung nicht in Betracht kommt, beweist ihr sofortiges Verschwinden beim Glaukom infolge der Druck herabsetzenden Paracentese, und, wie v. Fleischl schon zeigte, ihr unverändertes Bestehen nach vollkommener Entfernung des Epithels, das sich am ganzen Auge bei fortgesetztem Druck leicht in toto abschälen lässt. N.

Die Fibrillen selbst sind zu Bündeln gruppirt und diese zu Blättern, in welchen die Faserrichtung zumeist senkrecht ist auf die der Nachbarblätter. Am besten ist diese Anordnung zu beobachten an einer flach ausgebreiteten Froschhornhaut, die vorher $^1/_2$ Stunde lang in 55° warmem Wasser, in Glas eingeschlossen, gelegen hat, ihres Epithels beraubt und Joddämpfen ausgesetzt worden ist. Die verschiedene Faserrichtung in den auf einander folgenden Ebenen lässt bei rascher Bewegung der Mikrometerschraube Wirbelfiguren entstehen (Fuchs). Fuchs' wirkliche Faserwirbel existiren in der Tat auch beim Frosch, sind aber zum größten Teil Nervenfasern. Auf Schnitten, die nach Fixirung in Osmiumsäuredampf und Erhärtung in Gummi und Alkohol gemacht sind, sieht man, dass die Blätter nicht ganz einfach wie Bretter übereinander liegen, sondern durch schief verlaufende Lamellen verbunden sind, und also ein blättriges System (Système de tentes) nach Art des von R. in der blättrigen Scheide der Nerven beschriebenen, bilden.

Im polarisirten Licht erscheint die Hornhaut (in Extension getrocknet, geschnitten und in Wasser bei gekreuzten Nicols beobachtet) wie sich nach dem von der Sehne bekannten erwarten ließ: senkrecht zu ihrer Axe durchschnittene Bündel bleiben unter jeder Orientirung dunkel, während parallel zur Axe getroffene hell erscheinen, wenn die Axe einen Winkel von 45° mit der Polarisationsebene einschließt. Alsdann erscheint der Schnitt zusammengesetzt aus abwechselnden weißen und schwarzen Streifen.— Ist eine ganze Cornea[1]) unter dem Polarisationsmikroskop ebenfalls bei gekreuzten Nicols flach ausgebreitet, so erscheint das von His beschriebene schwarze Kreuz, dessen Schenkel den Polarisationsebenen folgen, eine bei den Stärkekörnern, bei quergeschnittenen Havers'schen Kanälen und andern concentrisch geschichteten Körpern bekannte Erscheinung. Hier bedeutet sie nur so viel, dass die äquatorialen und meridionalen Fasern die schiefen an Zahl übertreffen, denn, wie die circulären, so folgen auch die radiären Fasern zum Teil den Polarisationsebenen und in dieser Richtung erscheinen sie dunkel. — Die oberflächliche Hornhaut der Schlangen (diese Tiere besitzen deren zwei über einander liegende, von denen die tiefe allein dem Augapfel angehört) erscheint absolut schwarz im polarisirten Licht, ist also absolut einfach brechend, und doch ist sie ebenso durchsichtig wie die andre, ein Beweis, dass die Polarisationserscheinungen zur Durchsichtigkeit des Organs nicht notwendig sind.

Bowman's Tubes (durch interstitielle Luftinjection am besten demonstrirbar) sind Kunstprodukte (s. C. Fr. Müller) und entstehen zwischen den Fasern einer und derselben Hornhautlamelle. Die In-

1) In Extension beobachtet (v. Fleischl).

jektionsmasse dringt hier ein wie in die ebenfalls aus parallelen Fasern bestehenden Nervenstränge.

Die Descemet'sche Haut oder hintere Basalmembran (am einfachsten isolirbar, wenn man das Auge 2—3 Tage lang sich selbst überlässt), ist je nach dem angewandten Präparirungsverfahren einfach oder doppelbrechend: getrocknet, durchschnitten und in Wasser beobachtet, ist sie einfach brechend, in Terpentinöl aufgehellt und in Damarlack beobachtet, ist sie doppelbrechend. Letzteres rührt davon her, dass die durch Eintrocknung entstandene Compression von Terpentinöl und Damar nicht wie beim Quellen in Wasser zerstört wird; es ist überdies bekannt, dass jede Compression in einer Richtung Doppelbrechung hervorruft. — Lange anhaltendes Kochen in Wasser trennt die M. Descemetii in eine große Zahl feinster Lamellen, welche sich ebenso wie die ganze Haut nach vorne zusammenrollen.

Bowman's und Reichert's vordere Basalmembran ist bei einem 4—5jährigen Kinde ebenso dick wie die hintere. Von ihr gehen feine Fasern ab, die Stützfasern, welche, die Hornhautblätter durchbohrend, bis zur hintern Basalmembran verlaufen (ohne jedoch mit ihr zu verschmelzen). Auf den Blättern selbst setzen sich diese in der Form einer höchst dünnen Stützscheide an. Am einfachsten sind diese Verhältnisse bei der Raja, wo die Hornhautlamellen nirgends gekreuzt sind und die Stützfasern alle parallel von der vordern zur hintern Fläche direkt verlaufen. Vordere Basalmembran, Stützfasern und Stützscheide sind erkennbar durch ihre Rosafärbung mittelst Pikrokarmin, und diese Reaction unterscheidet sie vom elastischen Gewebe, mit welchem sie das Gemeinsame haben, durch Essigsäure nicht verändert zu werden. Es sind dies auch die Eigenschaften der Ring- und Spiralfasern, welche den gewöhnlichen Bindegewebsbündeln zur Scheide dienen, und mit welchem die hier beschriebenen Gebilde zu identificiren sind.

Vordere und hintere Basalmembran sind ihrer Struktur nach wie auch chemisch recht verschieden. Beide werden zwar durch Säuren nicht alterirt, Pikrokarmin aber färbt die hintere orange, die vordere, wie eben gesehen, rosa; Osmium die hintere braun, die vordere gar nicht u.s.w. Infolge dessen wird Kessler's Vermutung, nach welcher beide aus einer und derselben Urmembran entstammen würden, recht unwahrscheinlich.

Die **Bindegewebszellen**, im Deutschen auch fixe Zellen genannt, liegen zwischen den Hornhautblättern, wie man sich leicht auf Schnitten der getrockneten Membran nach Karminfärbung überzeugt. Flächenschnitte unter denselben Bedingungen lassen schon Zellenausläufer und Druckleisten erkennen. Bessere Bilder gibt die Isolirung durch Schwefelsäure (His), von R. in der Weise modificirt, dass die Membran zuletzt in destillirtem Wasser gewaschen und durch Rosanilinsulfat gefärbt wird, oder noch besser in der Weise, dass ein Frosch-

auge vorerst $^1/_2$ Stunde lang den Dämpfen von Osmiumsäure ausgesetzt und dann 4 Stunden in 50% Schwefelsäure gelegt wird.

Silber. Es erklären sich die bekannten Silberbilder durch die verschiedene Reductionskraft des intercellulären oder Bluteiweiß und des cellulären; das erste wirkt stärker reducirend als das zweite, wie es auch von $^1/_3$ Alkohol gelöst wird, während das Zellprotoplasma gerinnt. His' und Recklinghausen's Annahme, dass die Hohlräume von Silber verschont blieben, ist nicht stichhaltig; es werden im Gegenteil die Hohlräume gefärbt, sobald sie intercelluläres Plasma enthalten, während die histologischen Elemente von der Imprägnation verschont bleiben. Positive Bilder erhält man nur sekundär, so z. B. wenn nach Bestreichung mit dem Höllensteinstift die Hornhaut mehrere Tage lang in destillirtem Wasser liegen bleibt: da wo die Fasersubstanz durch Wasser gequollen ist, ist die Imprägnation positiv, wo nicht, bleibt sie negativ. Ein stark gefärbter Saum umgibt im negativen Bilde eine jede Zelle; dies rührt davon her, dass die beiden angrenzenden Hornhautblätter, durch die Dicke der Zelle entfernt, um dieselbe herum einen dreieckigen Raum frei lassen, der mit Plasma gefüllt ist.

Die Bindezellen bilden anastomosirende Netze, deren Elemente nur ausnahmsweise durch Silberlinien von einander gesondert sind (entgegen Hoyer). — Will man die Zellen noch färben, so ist Karmin mit nachherigem halbstündigem Aufenthalt in 10% Oxalsäure zu empfehlen. Alsdann erkennt man die vielgestaltigen Kerne, deren sonderbare Formen nicht etwa ein Kunstprodukt sind, wie man sich durch andere Präparirungsverfahren leicht überzeugt.

Gold. R. empfiehlt folgendes Verfahren: die ausgeschnittene Hornhaut wird 5 Minuten lang in frisch ausgepressten und filtrirten Citronensaft getaucht, in destillirtem Wasser gewaschen, $^1/_4$ Stunde in 2—3 ccm. einer 1% Goldchloridlösung gelegt, alsdann wieder gewaschen und 24 Stunden lang in 2—3 ccm. $^1/_3$ Ameisensäure im Dunkeln gelassen. Vorderes und hinteres Epithel werden zuletzt in destillirtem Wasser abgepinselt. Der Zellenkörper erscheint, wie man weiß, violettrosa, die Fasersubstanz bleibt farblos. Ein längerer Aufenthalt in der Goldlösung macht die Färbung unsicher; nach einer Stunde fehlt sie ganz.

Beobachtet man solche Präparate bei vielen verschiedenen Tieren, so erkennt man bald zwei Haupttypen der fixen Zellen: le type corpusculaire und le type membraniforme. In dem ersten sind die Zellen kleiner und seltener; ihre Ausläufer sind fein und zahlreich; die Form erinnert an die Knochenkörper. In dem zweiten sind die Zellen breiter und zahlreicher; ihre Ausläufer sind kurz und bandartig. Die Eidechsen, die meisten Vögel gehören zum ersten; die Säugetiere und namentlich die Ratte gehören zum zweiten. Zwischen beiden sind übrigens alle Zwischenstufen sichtbar. Auf einer jeden Zelle, wie auf ihren Ausläufern sind dunklere Streifen sichtbar, die von R. zuerst be-

schriebenen Druckleisten. Sie folgen der Richtung der Bindefasern und sind in derselben Ebene alle parallel. Man überzeugt sich an Querschnitten von ihrer wahren Lage und Bedeutung; man sieht dann, wie sie in die Substanz der Lamellen eindringen und der Richtung ihrer Fasern folgen.

Beobachtung im lebenden Zustande (mit humor aqueus in der feuchten Kammer). Im Anfang vollkommen unsichtbar, erscheinen die fixen Zellen nach einiger Zeit in dendrokloner und orthokloner Form (Fuchs), je nachdem die dünnern Ausläufer sichtbar werden oder nicht. Wo nur die gröbern Aeste gesehen werden, ist die Teilung ähnlich der eines Baumes; wo die dünnern anastomosirenden auftreten, ist die Form orthoklonisch. Als Beweis für diese seine Erklärung erinnert R. daran, dass an Goldpräparaten alle Zellen orthoklonisch sind. Niemals ist der lebende Zellkern in der noch lebenden Zelle (gegen Waldeyer) sogar nicht beim Axolotl sichtbar.

Das Erscheinen der anfangs unsichtbaren Bindezellen ist durch die Imbibition der Bindefasern durch das schwächer brechende Wasser zu erklären. (Bei Lebzeiten hindert das hintere Epithel diese Imbibition). In der Tat, befindet sich Leber's Experiment anstatt Wasser Glycerin im Grunde der feuchten Kammer, so treten die Zellen nicht auf, oder sie verschwinden, wenn sie schon vorher gesehen wurden.

Eine durch das Zurückziehen der Zellenfortsätze sich kundgebende Zellencontraction ist von Kühne als Folge mechanischer und elektrischer Reizung, ebenso von Rollet bei sehr starken Induktionsströmen behauptet worden. Ein einziges wird in der Tat beobachtet, nämlich bei sehr starkem Strome der an dem Erscheinen des Kernes erkennbare Tod der Zelle; eine Zellencontraction existirt in keiner Weise.

Es folgt die Wahrnehmung des Kerns nicht unmittelbar der tötlichen Wirkung des Stromes. Eine bis zwei Minuten sind nötig, wenn die Temperatur eine erhöhte ist (23°), bis 45 Minuten bei niedriger Temperatur (+ 2°). R. sieht in diesem Einfluss der Wärme eine Bestätigung seiner Hypothese: das Erscheinen des Kerns nach dem Tode sei die Folge eines durch Autodigestion bedingten Schwächerwerdens des Brechungsvermögens im Protoplasma. „Man gebe einem guten Chemiker Lymphzellen genug, sagt R. anderswo bei Gelegenheit der Lymphzellen, er wird darin Pepsin auffinden."

Der Kern besitzt eine Umhüllungsmembran; dieselbe wird durch starke Induktionsströme in Stücke zerklüftet, wonach ihr Inhalt mit dem des Zellkörpers verschmilzt, während die Membran zu Körnchen verschiedener Größe reducirt wird.

Gegenseitige Lage der Bindezellen und der Lamellen; Säftecirculation. Injicirt man Berlinerblau in eine Hornhaut mit membraniformen Zellen und werden von ihr Durchschnitte gemacht, so sieht man den dreieckigen Raum am Rande der Zellen, den wir bei Gelegenheit der Silberimprägnation kennen gelernt haben, zuerst mit

der Masse gefüllt; andere Male ist die Zelle gegen die eine oder andere Fläche ihrer Lage gepresst, während der übrige Inhalt von der Masse eingenommen ist; oder die Zelle ist in der Masse eingeschlossen. Da wo der Druck ein sehr starker gewesen ist, dringt die Flüssigkeit weiter und trennt die Lamellen. Es adhäriren also die Zellen mit den Lamellen weniger, als die Lamellen unter sich (zwischen denselben ist übrigens keine totale Adhäsion wie durch eine Kittsubstanz) und es werden die Säfte dem Zellennetze eher folgen (C. Fr. Müller). Es existirt kein wahres mit Endothel ausgekleidetes kavernöses System, denn die Zellen sind nur in einer Schicht und besitzen auf jeder Fläche Druckleisten. Eine Erörterung über die Saftkanäle hält R. deshalb für überflüssig.

Die von Retzius und Fuchs unter dem Namen der Vogelzellen beschriebene Formveränderung der Bindezellen infolge mechanischer Insulte ist rein passiver Natur und durch Verdrängung des Zellkörpers in den ihren Ausläufern eigenen Raum bedingt.

Wanderzellen. Stärker brechend als die Fasersubstanz sind sie leicht zu beobachten (Hornhaut des Frosches, feuchte Kammer), während noch die fixen Zellen unsichtbar bleiben. Sie liegen entweder zwischen den Lamellen oder zwischen den Faserbündeln, und erhalten daher sehr verschiedene Formen.

Die interlamellären Wanderzellen sind bald kugelig mit zahlreichen Fortsätzen versehen; bald sind sie abgeflacht und alsdann schwierig zu entdecken. In letzterm Falle ist der Kern sichtbar, wie im Ranvier'schen Experimente, wo eine freie Lymphzelle zwischen zwei Glasplatten zerdrückt wird. Die Anordnung und Richtung der Ausläufer ist dieselbe wie bei den fixen Zellen; wie diese erhalten die Wanderzellen den Eindruck der umgebenden Teile. Ihre Bewegungen sind die der Lymphzellen im Allgemeinen; sie folgen allen Richtungen (s. Engelmann) und nicht präformirten Kanälen. Man kann sie durch Osmiumsäure (10—15 Min. den Ausdünstungen der Säure ausgesetzt) in situ fixiren; die Beobachtung geschieht alsdann in 1% Phenylsäure wegen dessen schwachen Brechungsvermögens.

Die interfasciculären Wanderzellen sind besonders zahlreich in den Hornhäuten, welche dem corpusculären Typus gehören (Ochs, Pferd), wo auch allein Bowman's tubes durch Einspritzung erhalten werden. Man studire sie zuerst an Goldpräparaten, wo sie durch eine viel stärkere Färbung (von stärkerm Fettinhalt herrührend) zu erkennen sind. Sie sind spindelförmig oder erscheinen wie Bündel von langen Stäben durch membranöse Teile verbunden. Ihr genauer Sitz ist an Querschnitten (Osmium und Alkohol) leicht festzustellen.

Die Zahl der Wanderzellen variirt sehr unter anscheinend gleichen Bedingungen; sie ist größer an der Peripherie der Hornhaut als im Centrum. An der Peripherie sind sie in allen Schichten enthalten; am Centrum wurden sie nur nahe am vordern Epithel gefunden. Man

könnte glauben, es rühre einfach von dem Drang nach Luft her, wie dies von den Lymphzellen in der feuchten Kammer bekannt ist. Hier liegt ein anderer Grund vor, denn dieselbe Verteilung ist an der Hornhaut zu sehen, welche im Lymphsack des Frosches eingeschlossen geblieben ist; es ist die Anordnung der Lamellen, welche gegen die Oberfläche schief verlaufen, um da zu endigen. Diese Wanderung geschieht nach vorne, es erklärt dies auch warum interstitielle Abscesse nach außen münden.

Schwache Induktionsströme ändern die Form der Wanderzellen nicht; sie machen aber ihre Bewegungen energischer. Stärkere Ströme ändern die Form auch nicht, wie das bei freien Lymphzellen geschieht, hemmen aber die Bewegung auf $^1/_4$ bis 1 Minute. Sehr starke Ströme machen die Zelle auch nicht rund, aber das Protoplasma zerfließt, Fettkörnchen erscheinen darin und der Kern wird sichtbar.

Alle Wanderzellen der Hornhaut enthalten Fettkörnchen und doch sind die des Blutes, aus dem sie stammen (Exp. von Cohnheim), bei weitem nicht alle fetthaltig. Dies erklärt sich durch schlechtere Bedingungen des Stoffaustausches; dasselbe wird beobachtet an den Lymphzellen des im Lymphsack des Frosches eingeschlossenen Hollundermarks.

Die Resultate, welche Recklinghausen aus seinen verschiedenen Experimenten durch Einschluss der Hornhaut in den Lymphsäcken des Frosches erhalten hat, wurden alle bestätigt. Die Zellen stammen von der Lymphe her und nicht etwa aus modificirten Bindezellen. Nach acht Tagen sind diese letztern noch lebend; sie enthalten aber auch Fettkörner.

Vorderes Epithel. Zur Isolirung sind 40% Kali oder $^1/_3$ Alkohol; für Schnitte mehrmonatlicher Aufenthalt in Ammoniumbichromat (2%), Gummi (sehr dünn) und Alkohol vorzuziehen.

Die Zellen der tiefern Schicht (Fußzellen von Rollet) werden bei den Urodelen und namentlich dem Salamander studirt, wo der Fuß am entwickeltsten ist. Dieses für diese Zellen charakteristische Gebilde wird durch Pikrokarmin in zwei Teile geschieden, dessen tieferer einen ungefärbten Saum darstellt und der andere vertikal rosa gefärbte Streifungen besitzt. Die tiefen Zellen sind von prismatischer Form (Cylinderzellen). Zwischen denselben sind dünnere, durch Karmin stärker gefärbte, zu bemerken, welche der Sitz einer stärkern Proliferation zu sein scheinen. Nach der Fußzellentheorie erneuert sich das Epithel durch Kern- und Protoplasmateilung dieser Zellen diese Theorie entspricht den Tatsachen.

Die Zellen der mittlern Schicht, von kubischer Form, zeigen an ihrer tiefern Fläche, sobald sie von ihrer Mutterzelle geschieden sind, Vertiefungen verschiedener Form, an welchen man sie leicht erkennt. Bald sind es tiefe Gruben, deren Ränder lang, stalaktitenähnlich erscheinen (Mensch), bald kleinere (Pferd). Die tiefen wie die mittlern

Zellen sind auf ihrer ganzen Oberfläche außer der des Fußes fein gezähnelt. Zur Beobachtung dieser Zähnelung ist Glycerin ungeeignet; sie wird an den lebenden Zellen des Frosches, Triton etc. constatirt.

Die oberflächlichen platten Zellen entbehren der Zähnelung; sie besitzen Druckvertiefungen an der Außenfläche der vordersten.

Unter dem Einfluss gewisser Reagentien erscheinen in allen Zellen und namentlich in den oberflächlichen, Vacuolen, entsprechend der tropfenförmigen Ansammlung einer schwächerbrechenden, eigentümlichen Substanz, welche mit Myelin verwandt zu sein scheint. Es erklärt dieser Inhalt die schwarze Färbung durch Osmium, welche an den platten Zellen besonders stark auftritt.

In polarisirtem Licht erscheinen die tiefen und mittlern Zellen infolge des Drucks einfach, die oberflächlichen doppelbrechend.

Helle Nervenzellen im Epithel (Löwe und Kries) existiren nicht.

Die Wanderung der Lymphzellen im Epithel ist beim Axolotl und beim Triton zu beobachten, weil hier der lebende Kern sichtbar und deswegen die Beobachtung viel leichter ist. Hier sieht man (contra Engelmann) die Zellen aus dem Stroma durch die vordere Basalmembran in das Epithel wandern. Beim Frosche ist auf Schnitten der rasch getrockneten Membran dieser Weg der Wanderung leicht zu bestätigen. Beim Menschen ist die Basalmembran viel stärker ausgesprochen, R. hat nie eine Wanderzelle in ihrer Dicke beobachten können, wenn sie doch diesem Wege folgen, so muss es längs der perforirenden Nerven geschehen.

Hinteres Epithel. Der Name Epithel wird wegen der kurzcylindrischen Form der Zellen beibehalten. (R. folgt der His'schen Auffassungsweise nicht, nach welcher alle epithelartigen Produkte des mittlern Keimblatts Endothelien zu nennen sind). Uebrigens ist bei den Batrachiern der Kern vorspringend und die Zelle abgeflacht wie beim gewöhnlichen Endothel; die Fortsetzung des Gebildes auf die Iris ist ebenfalls ein Endothel.

Die Konturen der Zellen sind leicht wellig (1% Silberlösung in die vordere Kammer eingespritzt). Durch $^1/_3$ Alkohol erscheinen sie leicht gefranzt, und es werden Vacuolen in ihrem Innern sichtbar; deswegen sind andere Reagentien und namentlich die verschiedenen Chrompräparate, sei es zur Isolirung, sei es auch zur Erhärtung, zu gebrauchen.

Es besitzt dieses Epithel keine vordere Fußschicht wie Swän behauptete. Ihr sehr verschiedenförmiger Kern wird durch Karmin ganz unregelmäßig gefärbt, enthält also in sehr variabler Menge die Karmin fixirende Substanz, ein histochemisch wichtiges Factum. Einige Zellen besitzen zwei Kerne. Ihre Regeneration geschieht höchst wahrscheinlich durch Teilung; jedenfalls ist sie nicht ein Produkt der Lymphzellen, denn der sie umspülende Humor aqueus ist dem Leben der Lymph-

zellen sehr ungünstig, er macht sie rund und unbeweglich, und es sind übrigens keine im gesunden Humor aqueus enthalten.

Nicht besser als Ciaccio hat R. eine Kontraktilität der hintern Epithelzellen beobachtet (gegen Klebs und Harris). Er erinnert an die Bewegungen, die Virchow in den Knorpelzellen beobachtete, die nichts anders sind als eine durch das Reagens bedingte Retraction des Protoplasmas.

Das hintere Epithel schützt die Bindezellen gegen das Kammerwasser, (wo dasselbe entfernt ist, zeigen diese recht bald einen deutlichen Kern, d. h. sie sterben ab); ihre Rolle erinnert also an die der Becherzellen im Magen.

Das hintere Epithel dient noch zur Bildung und zum Wachstum der Descemet'schen Haut. Es besteht in der Tat zwischen den Epithelzellen und dieser Haut ein regelmäßiges Dickenverhältniss: wo die Membran dick ist, ist die Zelle hoch; wo sie dünn wird, ist die Zelle abgeflacht, wie man sich namentlich überzeugt, wenn man das Gewebe im Winkel zwischen Hornhaut und Iris untersucht.

Dieses Gewebe, Ligamentum pectinatum genannt, stellt in Balkenform eine wahre Fortsetzung der Hornhaut mit ihren verschiedenen Schichten dar. Man untersuche für diesen Zweck das Auge eines Menschen in hohem Alter und mache Schnitte nach Erhärtung in Amm. bichromat., Gummi und Alkohol. Jeder Balken zeigt folgende drei Schichten, wie Ciaccio schon deutlich erwähnt hat: 1) Eine fibrilläre Axe, die sich in die Fasersubstanz der Hornhaut fortsetzt und durch Karmin rosa wie die Stützfasern gefärbt ist; sie enthält nicht selten Zellen, auch pigmentirte; 2) eine dicke Rindenschicht, welche um so dicker ist, je älter das Individuum; ihre Oberfläche ist varicös und sie besteht aus concentrischen Schichten wie die Descemet'sche Membran, deren Fortsetzung sie darstellt; 3) eine Fortsetzung des hintern Epithels, das den Charakter eines Endothels zeigt.

Blut- und Lymphgefäße. Es existiren keine Lymphgefäße.

Nerven. Von Schlemm zuerst gesehen (1830), von Pappenheim als Plexus erkannt (1842), von Hoyer, Cohnheim, Kölliker genauer untersucht, sind die Hornhautnerven in solch einem Reichtum vorhanden, dass keine Beschreibung eine Vorstellung davon geben kann. Man untersucht sie frisch in Kammerwasser, besser an Osmiumpräparaten, endlich noch an Goldpräparaten. Damit diese letztern mit der Zeit durch zu starke Färbung nicht unbrauchbar werden, ist nach dem Aufenthalt in Citronensaft und Goldlösung die Membran auf mehrere Tage in Alkohol zu legen, oder, wenn man das Epithel entfernen will, in $^1/_4$ Ameisensäure. Flächenansichten und Schnitte sind zu studiren. Das Kaninchen wird namentlich berücksichtigt, weil es zu dem zuletzt zu beschreibenden Experimente dienen wird.

Die Nerven liegen in der vordern Hälfte der Hornhaut; die dickern Stämme liegen am tiefsten. Sie bilden zuerst am Rande einen ring-

förmigen Plexus (Plexus annularis), dessen Fasern meistens markhaltig sind; die Markscheide aber endet recht bald nahe am Hornhautrande mit dem letzten Schnürring. Nicht selten bekommt übrigens eine etwa marklos gewordene Faser ein neues Marksegment, bevor sie definitiv marklos wird. Nahe an der Sclerotica sind die Stämme in besondern Kanälen gelegen; unmittelbar danach liegen sie einfach zwischen den Hornhautlamellen und innerhalb derselben. Alle sind bandartig abgeflacht.

Die marklos gewordenen Fasern verschmelzen zu Bündeln, die untereinander anastomosiren wie Remak'sche Plexus und sich in die ganze Breite der Hornhaut verteilen. Kleine Kerne erscheinen auf der Primitivfaser (oder in derselben, denn ihr Protoplasma ist nicht unterscheidbar von der Substanz der Faser) ebenso wie bei den Remak'schen Fasern. An Teilungs- oder Anastomosenstellen sind die Kerne oft zu 2—3 vereinigt, und sind da mit Unrecht von Einigen als Ganglien aufgefasst worden, da sie weder die anatomischen noch die histochemischen Eigenschaften derselben besitzen.

Der Verlauf der Nerven folgt nicht etwa praeformirten Kanälen, sondern ist ein ganz unregelmäßiger wie der einer Wanderzelle bald zwischen den Lamellen, bald in diesen selbst zwischen den Bindefasern; dieses spricht für ein spätes Eindringen der Nerven in das schon gebildete Organ.

Von hinten nach vorne begegnet man zuerst dem merkwürdig regelmäßigen und feinen Plexus fundamentalis (R.) s. terminalis der Autoren, der beim Kaninchen besonders schön ein wahres Netz bildet.

Vom Plexus fundam. gehen die perforirenden Aeste ab, welche die vordere Basalmembran durchbohrend ihn mit dem folgenden Plexus subepithelialis verbinden. Einige kommen übrigens direkt vom Rande her (Kölliker). Sie werden von Binde- oder Stützfasern wie von einer Adventitia umgeben, eine Anordnung, die beim Frosch und Triton besonders auffällt.

In der Vorderfläche der Basalmembran angelangt gibt ein jeder perforirende Ast eine Anzahl (bis 20) Fasern ab, welche auf der Membran parallel laufen, senkrecht also zu ihrem Stamm wie die Riemen einer Peitsche. Diese Aestchen anastomosiren mit einander und bilden den Plexus subepithelialis, von Cohnheim entdeckt, mit Unrecht aber von ihm in die vordere Basalmembran versetzt. Einige Präparirungsmethoden lassen körnige Verdickungen auftreten, woraus mit Wahrscheinlichkeit zu schließen ist, dass diese Fasern aus einer Axe bestehen mit ölartiger Rindenschicht, deren Fragmente tropfenförmig zusammenfließen.

Von da ab steigen die Nervenästchen direkt oder mehr weniger bogig zwischen den Epithelzellen, um auf der Höhe der mittlern Schicht schlingenförmig zu anastomosiren und da den Plexus intraepithelialis zu bilden.

Die Endfasern gehen von diesem ab. Sie verlaufen mehr oder weniger spiralförmig und enden mit einem Knopf unter der letzten oder vorletzten Schicht der platten Zellen. (Gegen Cohnheim; Flächenpräparate sind beweisend.) Die Endknöpfe werden durch Gold sehr stark gefärbt und sind ungefähr zweimal dicker als die Faser selbst.

Es ist unmöglich zu sagen, ob die Anastomosen des intraepithelialen Plexus durch Verschmelzung ihrer Fasern entstehen oder durch einfache Kreuzung.

Außer diesen gibt es noch accessorische Plexus. Diese sollten nach Kühne und nach Lippmann ihre Endigung in den Bindezellen finden. Dies wird nicht bestätigt; ebenfalls auch nicht eine freie Endigung im Stroma. Entweder verlaufen sie bis zum Epithel oder es sind geschlossene Netze.

Eine Endigung in den Nucleolen der tiefen Epithelzellen (Lippmann) wird verneint.

Physiologische Experimente über die Hornhautnerven. Autoexperimente lehren, dass die Hornhaut ein recht schlechtes Tastorgan darstellt. (Man nehme zu diesen Haare mit ihrer Haarzwiebel). Der Ort der Berührung wird gegen das Centrum zu ganz unbestimmt. Zwei Haare werden bis in der Entfernung von 5—6 mm. als eins empfunden. Schmerz, reflectorisches Blinzeln und Tränen sind also die Hauptsache, die Ortsbestimmung ist nur accessorisch.

Solch eine Empfindlichkeit wäre die gleiche, wenn die Nerven die Hornhaut einfach durchsetzten, ohne in ihr zu endigen. Es ist also die Frage nicht gelöst, ob die Endknöpfe wahre Endigungen darstellen oder nur Schlingen sind.

Man könnte weiter denken, die Nervennetze fungirten als ein primäres Centralorgan, welches die Eindrücke empfangen und centralisiren würde, bevor sie weiter übertragen werden. Wird die Hornhaut an ihrem Rande durchschnitten, so ist der entsprechende Sector bis zum Centrum vollkommen unempfindlich. Dieses ist die Antwort auf die gestellte Frage: es beweist, dass die Nerven der verschiedenen Teile mit einander nicht solidarisch sind. Es scheint also die plexiforme Anordnung der Nerven keine Beziehung zur Empfindlichkeit zu haben; sie dient wahrscheinlich einfach der Durchsichtigkeit, indem dicke Nervenäste dieselbe wol bedeutend mehr stören würden.

Die Ränder des unempfindlichen Sectors sind im letzten Experimente etwas wellig. Im Allgemeinen aber ist der Verlauf der Nerven ein annähernd geradliniger. Durchschneidet man die Hornhaut ein Millimeter entfernt vom Centrum, so wird das ganze so begrenzte centrale Segment ganz unempfindlich. (Ein pathologischer Beweis derselben Tatsache wird gegeben durch die radiäre Anordnung der Bläschen im Herpes, auf welche Ref. aufmerksam machte. Soc. de Biologie 1877.)

R. wiederholt die Experimente von Magendie und Bernard und die von Snellen, die Trigeminusdurchschneidung betreffend. Immer heilt die entstandene Keratitis, sobald das Ohr vor dem Auge festgenäht wird, und entsteht wieder, wenn es entfernt ist.

Werden einfach die Nerven um die Hornhaut herum durchschnitten (was beim Kaninchen leicht ist, weil diese in die Oberfläche der Membran eindringen; dazu dient ein eignes nach Belieben verdecktes Bistouri), so ist bei vollkommener Unempfindlichkeit keine Keratitis zu beobachten.

Ist zufälliger Weise bei der Trigeminusdurchschneidung die Empfindlichkeit in einem Teile des Oberlides erhalten, so ist gleiche Immunität zu beobachten.

Der Einfluss des Ganglion Gasseri (Magendie) auf die Entstehung der Keratitis ist in keiner Weise bewiesen. Es zeigen in gleicher Weise Experimente von Bernard, die R. wiederholt und ausgedehnt hat, dass wenigstens die Spinalganglien ohne Einfluss sind auf die Entstehung der entzündlichen Erscheinungen, die man an der Haut nach der Durchschneidung des Ischiadicus beobachtet. Es sind also die Cerebrospinalganglien nicht als trophische Centren zu betrachten. Vasomotorische Nerven können auch nicht einer trophischen Rolle in der Entstehung der Keratitis beschuldet werden; denn es existiren in der Hornhaut überhaupt keine Gefäße.

Die Ursache der Keratitis ist nicht in den Erscheinungen der weiter unten zu studirenden Nervendegeneration zu suchen, denn die Hornhaut ist schon trübe nach 10 Stunden, während, wie bekannt, 48 Stunden nötig sind bis zum Verlust der Reizbarkeit im peripheren Ende eines durchschnittenen Nerven beim Kaninchen. Ebenfalls ist die Erklärung Senftleben's einer durch Traumen verursachten und entzündungsbedingenden Eschara nicht stichhaltig, denn eine schon weit gediehene Entzündung kann heilen ohne eliminirende Suppuration, da auch wirkliche Höllensteineschara gewöhnlich ohne entzündliche Reaction heilt. Ranvier beschuldet die vielen kleinen, öfters wiederholten Traumen.

Ein besonderes Interesse widmet R. den Fragen über Nervende- und -Regeneration.

Sieben Tage nach der Nervendurchschneidung, also zu einer Zeit, wo markhaltige Nerven fast vollkommen zerstört sind, findet R. alle im Stroma enthaltenen Nervenfasern und Plexus intakt erhalten; alle aber im Epithel enthaltenen (Plexus intra- und subepithelialis) sind verschwunden. Es beweist dies, dass der Plexus fundamentalis kein trophisches Centrum darstellen kann, denn er hindert in keiner Weise die Zerstörung der epithelialen Nerven. Es unterstützt Ranvier's Behauptung, nach welcher die Zerstörung des Axencylinders im peripheren Teil der durchschnittenen Nerven (Leçons sur l'hist. du syst. nerveux) die Folge sei einer vermehrten Zellentätigkeit in der Umgebung. Das Epithel ist in der Tat sehr tätig in seiner Ernährung, das Stroma nicht.

Wie sich weiter die durchschnittenen Nerven verhalten, konnte R. schrittweise nicht verfolgen, dazu fehlte ihm die Zeit; in einer Anmerkung aber gibt er das Resultat einer spätern Untersuchung (nach mehr als einem Jahre), in welchem weder intraepitheliale Fasern, noch Plexus subepithelialis wieder erschienen waren, aber Stromafasern in großer Zahl an Ort und Stelle des Plexus fundamentalis unregelmäßig verteilt waren. (Hierbei war merkwürdiger Weise die Empfindlichkeit noch vollkommen Null.)

Diese Art der Regeneration mittels ganz unregelmäßig auftretender Aeste spricht für die Theorie der Knospung vom Centrum her. Die wachsende Knospe folgt dem Wege des geringsten Widerstandes, und dieser ist im fertigen Gewebe ein ganz anderer als in der Entwicklungszeit.

Für denselben Regenerationsmodus sprechen die Resultate der einfachen Abschabung des Epithels. Acht Tage nach derselben ist, wie man weiß, das Epithel vollkommen regenerirt; die intra- und subepithelialen Nerven fehlen aber ganz. Einzig erscheinen von den perforirenden Aesten abgehend einige runde Knospen, welche die Basalmembran kaum überragen. Nach 40 Tagen findet man alle Abstufungen, von unregelmäßigen Fäserchen mit Endknospen auf verschiedene Höhen des Epithels angelangt bis zur regelmäßigen Anordnung, die man kennt.

Für die Knospungstheorie endlich spricht noch das Studium der Hornhaut bei Neugebornen, Kindern und Kaninchen. Hier existiren weder intra- noch subepithelialer Plexus, wohl aber perforirende Aeste mit Endknospen, welche nur wenig die Basalmembran überragen, ganz ebenso wie am achten Tage nach der Abschabung. Hier auch scheint das Wachstum ganz ohne Regel da vor sich zu gehen, wo die Resistenz am schwächsten ist.

Nicati (Marseille).

H. Munk, Zur Physiologie der Grosshirnrinde.

Verhandl. der physiol. Gesellsch. zu Berlin. 1. Juli 1881.

Verf. publicirt neue Versuche über die Sehsphäre der Affen. Während bekanntlich Munk dieselbe in den Occipitallappen verlegt, glaubte sein Vorgänger Ferrier sie im *Gyrus angularis* gefunden zu haben. Neuere Versuche, die letzterer gemeinschaftlich mit Yeo ausgeführt hatte, führten Ferrier zu einer Modifikation seiner ursprünglichen Angaben. Er sah nämlich jetzt totale Blindheit nur dann auftreten, wenn außer den beiden *Gyri angulares* auch noch die beiden Occipitallappen zerstört waren, und fand Hemiopie nach Zerstörung des *Gyrus angularis* und des Occipitallappens einer Seite. Die Differenz zwischen Munk's und Ferrier's Ansicht liegt also jetzt nur

noch in der Frage ob der *Gyrus angularis* zur Erzeugung der genannten Erscheinungen wirklich zerstört sein müsse, oder nicht. Munk erklärt nun den Irrtum Ferrier's als dadurch hervorgerufen, dass dieser bei seiner Operation im Gebiete des *Gyrus angularis* zu tief in die weiße Substanz vorgedrungen sei. Unter dem genannten Gyrus nämlich verlaufen Faserbündel, welche das sagittale Marklager des Hinterhauptlappens mit den Ursprungsganglien des *Tractus opticus* verbinden. Diese Faserzüge hätte nun Ferrier verletzt, oder sie hätten in Folge der Operationen gelitten und dadurch sei er zu der irrigen Anschauung von der Bedeutung des *Gyrus angularis* geführt worden.

Von der Tatsache, dass Affen durch Exstirpation der Rinde eines Occipitallappens hemiopisch werden, konnte sich Munk neuerdings auf das Bestimmteste überzeugen. Er hatte die Tiere dazu gebracht, unter gewissen Umständen scharf zu fixiren, so dass förmliche Sehproben mit ihnen ausgeführt werden konnten. Es zeigte sich, dass die Grenze zwischen fungirender und nicht fungirender Netzhaut genau im vertikalen Meridian derselben lag. Die Elemente der linken Netzhauthälfte des linken Auges stehen mit der linken Occipitalrinde in Verbindung und zwar mit dem lateralen Anteil; die Elemente der linken Netzhauthälfte des rechten Auges stehen auch mit der linken Occipitalrinde in Verbindung aber mit deren medialem Abschnitte. Symmetrisch hierzu liegen die Verbindungen der beiden rechten Netzhauthälften.

Aus dieser Anordnung geht hervor, dass die Opticusfasern identischer Netzhautpunkte zwar in der Rinde derselben Hemisphäre, aber an verschiedenen Orten derselben endigen. Verf. vermutete nun, dass dieselben durch Bogenfasern mit einander in Verbindung gesetzt sind, und dass diese Fasern beim binocularen Sehen eine Rolle spielen. Er machte deshalb Schnitte in die Convexität des Occipitallappens, senkrecht auf seine Oberfläche, und so tief, dass diese Fasern durchtrennt werden müssten. Der Versuch ergab ein negatives Resultat. Nicht nur das binoculare Sehen, sondern das Sehen überhaupt schien keinerlei Schaden genommen zu haben.

Sigm. Exner (Wien).

Sigm. Exner, Untersuchungen über die Lokalisation der Funktionen in der Grosshirnrinde des Menschen.

Wien bei Wilh. Braumüller 1881. 8°. mit 25 Taf. [1]).

Einer Aufforderung von Seite der Redaktion des biologischen Centralblattes nachkommend, lasse ich der in der ersten Nummer dessel-

1) Die wesentlichsten Resultate dieser Untersuchung sind in der Wiener Akademie der Wissenschaften am 17. Juni 1880 vorgetragen worden. (S. den Anzeiger der k. Akad. d. W. 1880 pag. 128).

ben enthaltenen vorläufigen Notiz jetzt eine ausführlichere Besprechung des seitdem erschienenen Buches folgen.

Was die Methode der Untersuchung anlangt, so kann auf das verwiesen werden, was in jener Notiz enthalten ist. Sie geht darauf aus eine „Sammlung reiner Krankheitsfälle" in systematischer Weise zur Beantwortung gewisser Fragen zu verarbeiten.

Es ist seit vielen Jahren bekannt, dass beträchtliche Anteile der Großhirnrinde zerstört sein können, ohne dass infolge dessen irgend eine nachweisbare Beeinträchtigung der sensibeln oder motorischen Funktionen einträte. Man nennt solche Zerstörungen „latente Läsionen".

Trägt man alle latenten Läsionen meiner „Sammlung" ihrem Umfange und ihrer Lage nach auf die Oberfläche eines Großhirns auf, so zeigt sich der größte Teil desselben bedeckt mit diesen Zeichnungen, frei bleiben nur: auf der rechten Hemisphäre die beiden Centralwindungen und der Lobulus paracentralis; auf der linken Hemisphäre dieselben Stellen und die ganze hinter den Centralwindungen gelegene Partie inclus. der Spitze des Hinterhauptlappens. Diese freigebliebenen Anteile repräsentiren also das exquisit sensible und motorische Rindenfeld (dargestellt nach der „Methode der negativen Fälle"). Dass dasselbe auf der linken Hemisphäre weit größer ist als auf der rechten, rührt von der motorischen Ausbildung dieser erstern her, eine Tatsache, auf die wir sogleich wieder stoßen werden. Die Bedeutung des gefundenen Unterschieds an beiden Hemisphären wird noch einleuchtender, wenn man bemerkt, dass sich in meiner „Sammlung" 67 Läsionen der rechten und 101 Läsion der linken Hemisphäre vorfinden. Aus der Anzahl der latenten Läsionen beider Hemisphären ergibt sich weiter: es ist wahrscheinlicher, dass eine Läsion latent verläuft, wenn sie die rechte, als wenn sie die linke Hemisphäre trifft. Die Wahrscheinlichkeiten verhalten sich wie 3 : 2.

Was hier als Rindenfeld der latenten Läsionen beschrieben wurde, ist derjenige Anteil der Hirnrinde, dessen teilweise Zerstörung nicht notwendig Motilitäts- oder Sensibilitätsstörungen hervorruft; wir werden aber sehen, dass die Läsionen gewisser Anteile desselben häufig solche Störungen im Gefolge haben.

Ich gehe zur Besprechung der einzelnen motorischen Rindenfelder über.

Das Rindenfeld der obern Extremität muss getrennt werden in ein absolutes und ein relatives. Als absolutes Rindenfeld wird jener Anteil der Rinde bezeichnet, dessen Verletzung jedesmal mit einer Motilitätsstörung im betreffenden Muskelgebiete einhergeht; im Gegensatz hiezu bedingt Verletzung des relativen Rindenfeldes in manchen Fällen die Störung, in andern nicht. In meiner Sammlung sind 100 Fälle enthalten, in welchen Motilitätsstörung der obern Extremität vorhanden war. Davon betreffen 35 die rechte, 64 die linke He-

misphäre [1]). An der rechten Hemisphäre nimmt das absolute Rindenfeld den Lobulus paracentralis ein, ferner den Gyrus centralis ant. mit Ausnahme geringer Anteile seiner untern Hälfte und die obere Hälfte des Gyrus centralis post. Links umfasst das absolute Rindenfeld fast genau dieselben Rindenanteile wie rechts, zu diesen kommt aber noch der größere Teil des obern Scheitellappens hinzu. An beiden Hemisphären ist das absolute Rindenfeld von einer breiten Zone relativen Rindenfeldes umgeben. Die Anteile des letztern sind nicht alle gleichwertig, nehmen vielmehr mit der Entfernung vom absoluten Rindenfelde an „Intensität" [2]) ab; mit andern Worten: das absolute Rindenfeld endet an seiner Peripherie nicht scharf, sondern klingt allmählich aus. Es sind bisher noch zu wenig exact beobachtete Fälle publicirt worden, welche erlaubten eine genauere Differenzirung dieses Rindenfeldes vorzunehmen. Nur das lässt sich bisher mit nennenswerter Wahrscheinlichkeit aussagen, dass speciell die Hand im untern und vordern Anteile des absoluten Rindenfeldes lokalisirt ist, also etwa in der Mitte des Gyrus centralis ant.

Auch beim Rindenfeld der untern Extremität muss ein absoluter und ein relativer Anteil unterschieden werden. Ersterer umfasst rechts den Lobulus paracentralis und die obern Anteile der beiden Centralwindungen; links nimmt er auch den Lobulus paracentralis und die obere Hälfte des Gyrus centralis post. ein, sowie den größten Teil des obern Scheitellappens. Das relative Rindenfeld verhält sich beiderseits ähnlich dem relativen Rindenfelde der beiden obern Extremitäten. Soviel über die Rindenfelder der Extremitäten. Von den vielfachen Sektionsbefunden Amputirter, bei welchen man entsprechend dem Rindenfelde der amputirten Extremität eine Atrophie der Rinde fand, darf ich hier wol absehen; sie führten zu keinen übereinstimmenden Resultaten.

Es folgt im Buche nun ein Abschnitt, in welchem gewisse Tatsachen besprochen werden; die sich aus dem Studium der genannten Rindenfelder ergeben. Zunächst der Umstand, dass die Rindenfelder der linken Hemisphäre, also die der rechten Extremitäten, entsprechend der bessern motorischen Ausbildung derselben, größer sind, und dass diese Vergrößerung auf einer Ausbreitung nach hinten beruht. Ein weiterer Punkt ist folgender: Aus dem Mitgeteilten ist zu ersehen, dass die Rindenfelder der beiden rechten Extremitäten und ebenso die der beiden linken sich zum größten Teile decken. Wir haben es also mit Rindenanteilen zu tun, in deren Funktion die Bewegung beider Ex-

1) Von einem Falle ist die Seite der Läsion im Original nicht angegeben.

2) Die „Intensität" an einem beschränkten Stückchen eines Rindenfeldes wird ausgedrückt durch eine Procentzahl, welche angibt in wie vielen von den Fällen, in denen dieses Rindenstückchen erkrankt war, die betreffende Motilitätsstörung eingetreten ist. Zur Ausführung dieser Berechnung ist die ganze Hirnoberfläche in 366 willkürlich gewählte Felderchen eingeteilt.

tremitäten der gegenübergelegenen Seite, und wie mit Sicherheit auszusagen ist, noch vieles andere liegt. Nun zeigt es sich aber, dass kleine Läsionen häufig eine Motilitätsstörung der obern und nicht der untern Extremität hervorrufen. Es wird diese Eigentümlichkeit als größere „Empfindlichkeit" des einen Rindenfeldes bezeichnet und nachgewiesen, dass dieselbe nicht etwa darauf beruht, dass wir unbedeutende Bewegungsstörungen der obern Extremität leichter bemerken als der untern u. s. w.

Man könnte glauben, dass der Hof relativen Rindenfeldes, welcher nach meinen Untersuchungen jedes absolute Feld umgibt, auf einer Täuschung beruhe. Diese Vermutung wird im dritten Teil dieses Abschnitts widerlegt. Es ist nämlich kein Zweifel, dass bei Anwendung meiner „Methode der procentischen Berechnung" [1]) eine Zone relativen Rindenfeldes fälschlich auftreten müsste, wenn Läsionen zur Berechnung verwendet werden, welche nur zum Teil in dem als scharf begrenzt angenommenen Rindenfelde liegen, zum Teil aber aus demselben herausreichen. Dass nun mein relatives Rindenfeld nicht auf einer solchen Täuschung beruht, konnte dadurch gezeigt werden, dass ich eine neue procentische Berechnung anstellte, bei welcher aber alle Läsionen aus dem Spiele gelassen wurden, welche das absolute Rindenfeld auch nur berührten. Es hat sich nun gezeigt, dass auch jetzt der Hof relativen Rindenfeldes nicht nur noch existirt, sondern auch das allmähliche Ausklingen desselben zu Tage tritt. Schließlich wird der Einwand zurückgewiesen, dass die Erscheinung des relativen Rindenfeldes darauf beruhe, dass das absolute Rindenfeld bei verschiedenen Menschen verschiedene Lage und Ausdehnung habe, wobei auch hervorgehoben wird, dass Verletzungen des absoluten Feldes durchschnittlich eingreifendere Motilitätsstörungen zur Folge haben, als Läsionen des relativen.

Man liest häufig von einer Fernwirkung einer Läsion, und könnte entsprechend dieser Anschauung glauben, dass Verletzungen des relativen Rindenfeldes nur auf diese Weise auf das absolute einwirken, und letzteres doch scharf begrenzt ist. Auch diese Anschauung halte ich für verfehlt. Denn entweder beruht die Fernwirkung darauf, dass Leitungsbahnen der Rinde direkt erregt werden, die innerhalb derselben zu dem absoluten Felde verlaufen und ihre Erregungen da auf Bahnen übertragen, welche der betreffenden Muskelgruppe angehören. In diesem Falle gehört die direkt gereizte Stelle eben zum Rindenfelde, und steht, wenn auch in weniger direktem, Zusammenhang mit den Nerven jener Muskelgruppe. Oder die Läsion, z. B. ein Tumor wirkt schädlich auf ihre Umgebung. Eine solche Wirkung kann darin bestehen, dass Ernährungsstörungen hervorgerufen werden. Es ist dann die Umgebung des Tumors, wie das so oft vorkommt, erweicht oder

1) Dieses Blatt 1881 S. 28.

atrophirt. Da man aber bei Verwertung eines solchen Falles für die Lokalisationsfrage offenbar die ganze erkrankte, also auch die atrophirte oder erweichte Partie mit zur Läsion rechnen muss, so kann auch hier von einer Fernwirkung der Läsion nicht die Rede sein. Was den häufig zur Verantwortung gezogenen Druck anbelangt, so kann ich die Ansicht mancher Pathologen, dass eine Geschwulst, indem sie z. B. in die Hirnrinde hineinwächst, auf die zunächst liegenden Windungen stärker drückt, als auf die entfernteren, nicht teilen. Das mit Blut gespeiste Gehirn verhält sich in der Schädelhöhle wie eine Flüssigkeit, und wenn der Tumor, wie ich nicht zweifle, den Druck zu erhöhen im Stande ist, so erhöht er ihn in gleicher Weise an den zunächstliegenden, wie an den entfernteren Rindenstellen. Die Cirkulationsstörungen, die er erzeugt, rühren daher, dass in seiner Nähe wegen der von Außen auf die Gefäße wirkenden Kräfte weniger Blut fließt, als in den entfernteren Hirnteilen, er kann deshalb auch seine Umgebung zur Atrophie bringen, der hytrostatische Druck muss aber, so lange in einem Hirnanteil überhaupt noch Blut fließt, in diesem ebenso groß sein wie in jedem andern. Er kann demnach als solcher die Funktionen einer Rindenpartie nicht mehr als die anderer beeinträchtigen. Blos wenn die Steifheit der Gefäßwände, hier speciell der Venenwände irgend in Betracht käme, könnten Verschiedenheiten im Drucke an verschiedenen Stellen der Schädelhöhle entstehen. Nach Versuchen, die v. Basch in neuerer Zeit angestellt hat, ist aber selbst die Steifheit der Arterienwände verschwindend.

Indem ich zu den motorischen Rindenfeldern zurückkehre, habe ich hervorzuheben, dass

das Rindenfeld des Nervus facialis insofern zwischen den schon besprochenen, und den noch zu besprechenden Feldern in der Mitte steht, als es nur mehr in der linken, motorisch besser entwickelten, Hemisphäre ein absolutes ist, rechts aber nur ein relatives. Ersteres ist unvergleichlich viel kleiner als die absoluten Rindenfelder der Extremitäten, und liegt im vordern Teile des Gyrus centralis anterior in der Gegend der Einpflanzungsstelle des Sulcus frontalis inf. in den Sulcus praecentralis. Es ist natürlich auch von einem Hofe relativen Rindenfeldes umgeben. Letzteres liegt mit seinem „intensivsten" Anteile ähnlich wie auf der linken Hemisphäre. Auch hier erstreckt sich das Rindenfeld linkerseits weiter nach hinten. Es ist hervorzuheben, dass unter den Facialismuskeln der M. orbicularis palpebrarum eine Ausnahmestellung einnimmt, indem er bei Rindenerkrankungen fast nie mitbetroffen ist.

Das Rindenfeld der Zungenmuskeln hat nur geringe Intensität; die Läsion seiner intensivsten Stellen führt nur circa in der Hälfte der Fälle zu einer merklichen Motilitätsstörung. Es liegt am Uebergang des Sulcus frontalis inf. in den Sulcus praecentralis und erstreckt sich von hier aus mit abnehmender Intensität in die Umgebung und vorwie-

gend nach hinten. Ich übergehe hier die zu weniger sichern Resultaten führende Untersuchung der Rindenfelder für die Hals- und Nackenmuskeln, sowie für die Trigeminusmuskeln, und gehe zu dem

Rindenfeld der äußern Augenmuskeln über. Dasselbe bietet, obwol seine genaue Lagebestimmung auch mit Sicherheit noch nicht gelungen ist, Interesse durch den Einblick in den Mechanismus der sich in der Rinde abspielenden Vorgänge. Es lässt sich nämlich auf Grund von Motilitätsstörungen der Augenmuskeln mit Sicherheit das Gesetz nachweisen, dass Muskeln, welche im Leben gewöhnlich oder immer gleichzeitig innervirt werden, mögen sie auf beide Körperhälften verteilt sein oder nicht, ein wenigstens teilweise gemeinschaftliches Rindenfeld haben. So gibt es Krankenfälle, in welchen beide Augen nach einer Seite hin abgewichen sind, die Erkrankung aber nur in der Rinde einer Hemisphäre sitzt. Der genannte Satz schließt, wenn man symmetrischen Bau der beiden Körperhälften voraussetzt, folgenden in sich: ein Muskel, der mit einem in der andern Körperhälfte liegenden gewöhnlich gleichzeitig innervirt wird, hat nicht nur in der gekreuzten, sondern auch in der gleichseitigen Hemisphäre ein Rindenfeld. Es werden nun diese Sätze an der Hand von Krankenfällen erläutert. Es mag hier nur erwähnt werden, dass der M. rectus externus eines Augapfels und der M. rectus internus des andern Augapfels in der Mehrzahl der Fälle gleichzeitig von Motilitätsstörungen befallen sind; ähnlich verhalten sich die beiden Levatores palpebrae super. untereinander, und die Seitenwand-Muskeln der Bulbi gegen die des ganzen Kopfes. Es ist nämlich eine gewöhnliche Erscheinung, dass, wenn durch einseitige Rindenläsion Abweichung der beiden Augen z. B. nach rechts stattfindet, dann auch der ganze Kopf nach rechts gewendet ist. Wäre dies ein zufälliges Zusammentreffen, so würde nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung [1]) zu erwarten sein, dass erst in einer Sammlung von 20,000 Krankheitsfällen die beiden Erscheinungen so oft kombinirt vorkommen, wie dies in meiner Sammlung von 168 Krankengeschichten der Fall ist. Aus diesen und noch andern Erwägungen geht hervor, dass der oben aufgestellte Satz für gewisse Muskelgruppen kaum mehr anzuzweifeln ist.

Derselbe, ursprünglich von dem Verhalten der Augenmuskeln abgeleitet, erklärt aber, auf die anderen Muskelgruppen übertragen, manche rätselhafte Erscheinung. So vor allem die, dass, wie dies oben von dem Rindenfeld der Zungenmuskeln erwähnt wurde, Läsionen in dem durch anderweitige Fälle wol bekannten Rindenfeld einer Muskelgruppe liegen können, ohne die Motilität derselben zu schädigen. Es wurden dann eben die betreffenden Innervationen von der

1) zu welcher die Daten aus meiner Sammlung entnommen sind.

gleichseitigen Hemisphäre besorgt. So erklärt es sich, dass gewisse Muskeln nur relative, keine absoluten Rindenfelder haben, und dass andere Muskelgruppen, wie z. B. die des N. trigeminus nur äußerst selten durch einseitige Rindenläsionen in ihrer Motilität gestört werden. Ja, wenn wir die in der Untersuchung berücksichtigten Muskelgruppen nach der Leichtigkeit, mit der sie einseitig innervirt werden, in eine Reihe bringen, so stimmt dieselbe, soweit man dies mit Bestimmtheit beurteilen kann, vollkommen überein mit der Reihe, die wir erhalten würden, wenn wir die Muskelgruppen nach der Schärfe und Intensität der Rindenfelder an einander reihen würden. Die Reihe lautet: Muskeln der Extremitäten, des N. facialis (mit Ausschluss des Orbicularis), des Hypoglossus, des Augenlides, die äußern Muskeln des Augapfels und endlich die des N. trigeminus. Auf diese Weise erklärt es sich auch, dass in jenen oft besprochenen Fällen von mehr oder weniger vollständiger Zerstörung oder Atrophie einer ganzen Hemisphäre, welche bei sonstigem körperlichen und geistigen Wolbefinden ein langes Leben hindurch bestanden haben, nur Lähmung der beiden gegenüberliegenden Extremitäten vorhanden war, dass aber die Muskeln, welche kein absolutes Rindenfeld haben, auch auf der zur Läsion gekreuzten Seite vollkommen gesund waren. Selbst die Muskeln des N. facialis, die, wie wir sahen, in der Mitte zwischen der ersten und der zweiten Art stehen, scheinen in diesen Fällen stets unberührt geblieben zu sein. Auch erscheint nun ein Teil der sogenannten Restitutionen d. i. der Wiederherstellung der Funktionen nach Zerstörung der betreffenden Rindenpartien, in einem ganz anderen Lichte, und der übrig bleibende Teil lässt sich jetzt ungezwungen erklären (s. das Original).

An die motorischen Rindenfelder schließt sich an das Rindenfeld der Sprache. Es ist dasselbe so vielfältig abgehandelt worden, dass ich mich hier darauf beschränken darf, dasjenige hervorzuheben, was meine Untersuchungsresultate von denen Anderer unterscheidet. Es wird als exquisites Rindenfeld der Sprache allgemein die linke untere Stirnwindung angegeben. Die Methode der procentischen Berechnung ergibt, dass allerdings der hintere Teil dieser Windung, sowie der anstoßende Abschnitt der vorderen Centralwindung der intensivste Anteil dieses Rindenfeldes ist, dass sich dasselbe aber noch bedeutend nach hinten und unten erstreckt, insbesondere in der oberen Schläfenwindung auch eine beträchtliche Intensität hat. Selbst bei Verletzung des Occipitallappens kommt Aphasie vor. Auch die Sprache hat kein absolutes Rindenfeld. Das Vermögen des Sprachverständnisses [1]) wird gewöhnlich in die obere Schläfenwindung verlegt. Auch dies scheint daher zu rühren, dass diese Windung besonders häufig Sitz der Erkrankung ist, denn die Methode der procen-

1) Vergl. über Worttaubheit. Biol. Centralbl. 1881 pag. 29.

tischen Berechnung auf die bisher publicirten brauchbaren Fälle von Worttaubheit angewendet ergibt, dass Läsion der mittlern Schläfenwindung sicherer als solche der obern von Worttaubheit begleitet ist. Die geringe Anzahl der Fälle lässt dieses Resultat freilich nur als ein vorläufiges erscheinen.

Von sensorischen Rindenfeldern ist zunächst das Rindenfeld des Gesichtssinnes zu erwähnen. Es ist auch kein absolutes, und liegt mit seinen intensivsten Anteilen beiderseits in der ersten und zweiten Occipitalwindung, greift auch auf die mediale Hirnfläche und zwar auf den Cuneus sowie den anstoßenden Teil des Lobulus quadratus über.

Die Untersuchung der Störungen im Gebiete des Tastsinnes im weitern Sinne hat ergeben, dass die tactilen Rindenfelder der verschiedenen Körperabteilungen im Allgemeinen mit deren motorischen Rindenfeldern zusammenfallen; d. h., das Rindenfeld für die Empfindungen z. B. im Gebiete der obern Extremität fällt mit dem motorischen Rindenfelde derselben zusammen. Demnach haben wir nicht sowol motorische und tactile Rindenfelder eines Körperabschnittes zu unterscheiden, als vielmehr ein Rindenfeld dieses Körperabschnittes, in dem sich jene centralen Processe abspielen, die einerseits als Bewegungen an demselben zur Aeußerung, andererseits als in ihm localisirte Empfindungen zum Bewusstsein kommen [1]). Es findet sich eine Störung der Sensibilität bedeutend häufiger nach Verletzungen der rechten Hemisphäre als nach solchen der linken, so dass man zu der Ansicht geführt wird, die rechte Hemisphäre sei sensorisch der linken überlegen, sowie diese der ersten in Bezug auf die motorischen Funktionen voraus ist. Jedes sensorische Rindenfeld ist wahrscheinlich mit beiden Körperhälften in Verbindung.

Es folgt im Buche nun ein Abschnitt, in welchem eine kritische Vergleichung meiner Resultate mit denen anderer Forscher vorgenommen wird, und ein zweiter, in dem dargelegt wird, welche Vorstellung man sich nach dem vorläufigen Stand unserer Kenntnisse von den Vorgängen in der Rinde bilden könne; wie totale Lähmungen als Folge kleiner Verletzungen eines Rindenfeldes; wie die sogenannten Restitutionen, weiter wie die Krämpfe und Lähmungen in motorischen, die Hallucinationen und Anästhesien im sensorischen Gebiete zu erklären sind u. s. w.

Es schließt sich hieran die „Sammlung von Krankenfällen“. Sie enthält im Auszuge alle jene Krankengeschichten und Sectionsbefunde, welche nach vorher festgesetzten Regeln als brauchbar erschienen, der Untersuchung zu Grunde gelegt zu werden. Es sind dies also

---

1) Petrina hat in neuester Zeit Krankengeschichten publicirt und dieselben als neue Belege dieses Satzes verwertet (Zeitschr. f. Heilkunde Bd. II Prag 1881).

„reine" Fälle. Weiter folgen die Tabellen der procentischen Berechnung und das Verzeichniss aller jener Abhandlungen, welche ich nach brauchbaren Krankengeschichten durchmustert habe. Diese letztern Abschnitte sind publicirt worden, erstens um den Leser in den Stand zu setzen der Untersuchung auf Schritt und Tritt zu folgen, die Vollständigkeit des Materials zu prüfen, und eventuell dasselbe zu neuen Studien zu verwenden, zweitens um mit Leichtigkeit die gefundenen Resultate auf Grund von neuen Fällen ergänzen, bezüglich berichtigen zu können. Ich glaube nämlich, dass es sich lohnen wird, in einigen Jahren die in neuester Zeit ziemlich reichlich fließenden Krankengeschichten nach derselben Methode zu verarbeiten und die Resultate zu verschmelzen. Die ganze Publikation ist so gehalten, dass diese Verschmelzung ohne jede Schwierigkeit bewerkstelligt werden kann. Auch die Tafeln sind so eingerichtet, dass der Leser an ihnen direkt die Art und die Resultate der Untersuchung ersieht. Sie zeigen die Rindenfelder teils nach der Methode der negativen, teils nach der der positiven Fälle ermittelt, teils nach der Methode der procentischen Berechnung dargestellt. Letztere Tafeln sind durch Heliogravüre, die übrigen auf lithographischem Wege hergestellt. Die 25. Tafel enthält im Farbendruck die gesamten Rindenfelder einer Hemisphäre.

Ich will im Anschluss an dieses Referat über eine andere Mitteilung berichten, die von mir herrührt, und mit der obigen in engem Zusammenhange steht.

Sigm. Exner, Zur Kenntniss der motorischen Rindenfelder.

Sitzungsber. der Wiener Akadem. d. Wiss. 14. Juli 1881.

Bei Gelegenheit von Experimenten, die andern Zielen nachgingen, stieß ich auf Tatsachen, die für unsere Vorstellung von den motorischen Rindenfeldern nicht ohne Bedeutung sind.

1) Oben wurde gezeigt, wie aus den Erfahrungen am Krankenbette und Secirtisch hervorgeht, dass Muskeln, welche im Leben gewöhnlich gleichzeitig innervirt werden, auch wenn sie den beiden Körperhälften angehören, ein gemeinsames Rindenfeld haben. Es lässt sich dies nun auch durch Reizversuche nachweisen und zwar an der Vorderpfote des Kaninchens und dessen Rindenfeld. In der Tat lehrt die Erfahrung, dass diese Tiere mit den beiden Vorderpfoten gewöhnlich combinirte Bewegungen ausführen.

Reizt man das Rindenfeld der Vorderpfote eines passend aufgespannten Kaninchens durch allmählich an Intensität zunehmende Induktionsschläge, während man die Pfote der gereizten Seite in der Hand hält, so fühlt man, dass die Zehen der letzteren angespannt werden, wenn die gekreuzte Pfote eben sichtbare Bewegungen macht. Reizt man stärker, so bewegen sich beide Pfoten. Um zu prüfen, ob man es hier mit einer physikalischen, oder aber physiologischen Uebertragung

des Reizes auf das Rindenfeld der anderen Hemisphäre zu tun hat, schob ich ein Glasplättchen zwischen die beiden Hemisphären, oder durchschnitt den Balken, oder trug die ganze nach oben gewendete Convexität der nicht gereizten Hemisphäre ab. Alle diese Eingriffe änderten nichts an der Erscheinung. Sobald ich aber das Rindenstück, auf welchem die Elektroden aufsaßen, in der Ausdehnung weniger Millimeter von der weißen Substanz abtrennte, es aber dabei in der normalen Lage lies, bewirkten die Ströme keinerlei Bewegung mehr, weder in der gleichseitigen noch in der gekreuzten Pfote. Umschneidung der gereizten Rindenpartie allein, ohne Unterschneidung, hebt die Bewegung der Pfoten nicht auf.

Es geht also hieraus hervor, dass von dem rechten motorischen Rindenfelde Reize auch zur rechten Pfote gelangen, und dass diese ihren Weg durch Fasern nehmen, deren Verlauf mit dem der Fasern für die gekreuzte Seite, wenigstens in der weißen Substanz der Hemisphäre, übereinstimmt. Es muss die Frage offen gelassen werden, ob man es hier wirklich mit zweierlei Fasern zu tun hat, oder was wahrscheinlicher ist, mit einer Fasergattung, die ein subcorticales Centrum beider Pfoten anregt.

2) Auch das allmähliche Abklingen des Rindenfeldes von seinen intensivsten Teilen aus kann am Kaninchen nachgewiesen werden. Die Rindenpartie, deren Reizung Bewegung beider Pfoten ergibt, ist viel größer als allgemein angenommen wird. Der größte Teil der von oben sichtbaren Convexität der Hirnrinde liefert bei Reizung Bewegung der Vorderpfoten, und zwar nicht durch Stromschleifen. Im Innern dieses Feldes sind hiezu geringere, an der Peripherie größere Stromesintensitäten erforderlich.

3) Ferner lässt sich zeigen, dass die an einer Stelle dieses ausgedehnten Rindenfeldes gesetzte Erregung nicht durch in der Rinde parallel der Oberfläche verlaufende Bahnen zu einer circumscripten Rindenstelle geleitet wird, sondern dass diese Erregungen von der Reizungsstelle aus direkt durch Stabkranzfasern in die Tiefe dringen. Es wird dadurch eine in meinen „Untersuchungen“ besprochene aber offen gelassene Frage erledigt. In Bezug auf die bei den Versuchen verwendeten Vorsichtsmaßregeln zur Vermeidung von Täuschungen durch Stromschleifen u. dgl. muss auf das Original verwiesen werden.

Sigm. Exner (Wien).

Fritz Schultze (Dresden), **Die Grundgedanken des Materialismus und die Kritik derselben.**

Leipzig. Ernst Günther's Verlag 1881. 8°. 80 S.

Nachdem der letzte Versuch gescheitert war, welchen Hegel als Vertreter der dialektischen Philosophie unternommen hatte, die Gren-

zen der Menschheit zu überschreiten und die Wirklichkeit aller Dinge aus ihrem Sinne und Werte zu erkennen, folgte ein Zeitalter, in welchem die Wissenschaften sich gänzlich ablehnend und die Masse aller Gebildeten sich völlig gleichgiltig verhielten gerade gegen die Wissenschaft, deren Aufgabe es sein sollte, das richtige Verständniss und das allgemeine Interesse für die Errungenschaften des menschlichen Geistes vornehmlich zu fördern, die Resultate der Specialforschungen in sich zu einem harmonischen Ganzen zu vereinen und immer neue Gesichtspunkte für weitere Forschungen zu eröffnen. „Mit mitleidigem Hohn" klagt Paulsen[1]) „überließen die Wissenschaften ihr einige Begriffe zur Untersuchung, mit denen sie selbst aus irgend einem Grunde sich nicht befassen mochten, nicht in der Meinung die Untersuchungen jener sich dann zu Nutzen zu machen, sondern wie dem Aschenbrödel, dem man einige vergebliche Beschäftigung zuwirft."

Freilich welche Wissenschaft könnte existiren ohne Philosophie? Mit Recht kehrt Avenarius[2]) die Frage: „Ist Philosophie als Wissenschaft möglich?" dahin um: „Wie ist Wissenschaft möglich, wenn nicht als Philosophie?" So ist denn auch in diesem Zeitalter philosophirt worden, und gerade die Naturwissenschaften, deren Material an neu erkannten Tatsachen in dieser Periode aufs glänzendste bereichert wurde, schufen auch eine Reihe der fruchtbarsten Theorien, welche die Weltanschauung in neue Bahnen lenkten. Aber die verderblichen Folgen des oben geschilderten Extrems waren die, dass die Vertreter der Einzelwissenschaften zum Teil ohne hinreichende philosophische Durchbildung sich berufen fühlten, allgemeine Gesichtspunkte aufzustellen und dabei Hypothesen, die nur einen gewissen Wahrscheinlichkeitsgrad erreichen können, als unanfechtbare Wahrheit, besonders auch in populären Darstellungen zu vertreten. Eine Frucht dieser einseitigen Beschäftigung mit dem Stoffe ohne Benutzung allgemein giltiger Principien war der moderne Materialismus, welcher ganz abgesehen von seinen Folgen auf ethischem und ästhetischem Gebiete auch vor dem Forum des empirischen Kriticismus sich unhaltbar erweist. Eine der bedenklichsten Folgen für die Naturwissenschaften ist jedenfalls das Mistrauen, welches das Publikum gegen ihre Resultate an den Tag zu legen beginnt, wie es sich besonders in der Beurteilung darwinistischer Fragen zeigt. Es erscheint daher geboten, bei der Verfolgung des besiegten Feindes nicht zu stürmisch vorzudringen, um nicht Blößen zu geben, die durch die beginnende Reaktion nur zu leicht eine Niederlage verschulden möchten. Als ein erfreuliches Zeichen gegenseitigen Verständnisses ist es daher zu betrachten, dass die Philosophie nicht nur die Resultate der Naturwis-

1) Fr. Paulsen, Was uns Kant sein kann? Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie. V. S. 14.

2) R. Avenarius. Zur Einführung. l. c. I. S. 1—14.

senschaften für den Bau ihres Systems verwertet, sondern auch zurückkehrend zu dem kritischen Empirismus Kants innerhalb des ihr zustehenden Gebiets die gleiche Methode der Beobachtung in Anwendung bringt, was sich in Titeln wie „experimentelle Psychologie" etc., besonders aber durch die Gründung der Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie[1]) kund gibt. Andrerseits zeigt sich auch in Kreisen der Naturforscher ein wachsendes Streben nach gründlicher philosophischer Verarbeitung der durch Einzelforschungen gewonnenen Resultate; die Philosophie Kant's beginnt auch hier sich wieder von Neuem Bahn zu brechen.

Dieser Standpunkt des Neokantianismus ist auch der des Verfassers der oben genannten Abhandlung. Er gibt zunächst kurz die geschichtliche Entwicklung des Materialismus von Demokrit und nachher des „Système de la nature" der französischen Encyclopädisten bis auf seine Vorkämpfer in der Gegenwart. In der darauf folgenden Besprechung des theoretischen Materialismus erscheint der Verfasser leider nicht ganz frei von einer gewissen Voreingenommenheit gegen die Atomtheorie, wie sie in philosophischen Kreisen gegenwärtig verbreitet zu sein scheint. Es wird zwar anerkannt, dass die heutige Atomlehre der fruchtbringendste Gedanke gewesen ist, aber doch das Atom als nicht nur sinnlich unwahrnehmbar und innerlich unvorstellbar, sondern auch logisch widerspruchsvoll und begrifflich undenkbar hingestellt. Die Widersprüche, welche der Verfasser in dem logischen Begriffe des Atoms findet, haben aber nur so lange Geltung, wie dasselbe nur als mathematische Raumgröße aufgefasst wird. Nur unter dieser Voraussetzung kann die Schlußfolgerung gelten: „1) Das Atom ist unteilbar. Alle Größe ist teilbar. Das Atom ist mithin Nichtgröße etc." (S. 19). Das materielle Atom ist vielmehr als die kleinste Einheit zu definiren, in welche die Stoffe durch die uns bekannten physikalischen und chemischen Kräfte zerlegt werden können. Direkt wahrnehmbar ist uns das Atom nicht, es ist daher durchaus hypothetisch, aber eine ungemessene Reihe von Erscheinungen lässt sich gegenwärtig am einfachsten und anschaulichsten unter dieser Annahme erklären, und daher ist dieselbe in hohem Grade wahrscheinlich. Unanfechtbar ist freilich die weitere Ausführung des Verfassers, dass der Stoff selbst sich uns nicht zu erkennen gibt, sondern nur seine Kräfte. Es ist das ja der alte Gegensatz von Substanz und Accidenz, ebenso unfruchtbar wie der alte scholastische Streit des Realismus und Nominalismus. Glücklicher sind dagegen die Ausführungen in dem folgenden Kapitel, welches den eigentlichen Kernpunkt des Materialismus trifft, nämlich das Verhältniss desselben zur Psychologie. Die geistigen Tätigkeiten, Empfindung, Vorstellung

1) Unter Mitwirkung von M. Heinze und W. Wundt herausgegeben von R. Avenarius. Leipzig, Fues' Verlag (R. Reisland). Bd. I—V, 1877—1881.

und Wille allein aus stofflichen Vorgängen ableiten zu wollen, ist und bleibt eine Gedankenlosigkeit. Mögen wir noch so genau den Verlauf der Nervenfasern in Gehirn und Rückenmark studiren und mögen wir eine noch so eingehende Kenntniss von den Bewegungserscheinungen im Innern der mit diesen verbundenen Nervenzellen besitzen, immer bleibt der Sprung zwischen dem letzten Zustande der materiellen Elemente und dem ersten Aufgehen der Empfindung gleich groß, und wir werden wol mit Lotze und du Bois-Reymond die Hoffnung aufgeben müssen, dass jemals eine ausgebildetere Wissenschaft den geheimnissvollen Uebergang finden werde. Diese Unvergleichbarkeit aller physikalischen Vorgänge mit den Ereignissen des Bewusstseins zwingt uns eine eigentümliche Grundlage für die Erklärung des Seelenlebens zu suchen. Aber nicht genug, dass wir nicht im Stande sind, ohne Annahme eines seelischen Princips die psychischen Tatsachen zu erklären, müssen wir sogar die Frage: Nehmen wir wirklich materielle Dinge wahr? mit einem entschiedenen Nein beantworten. Wir wissen, dass Farbe, Geruch und Geschmack einer Frucht nicht außerhalb des empfindenden Subjekts als solche existiren, sondern nur Vorstellungen in demselben sind, für welche wir freilich ein entsprechendes außerhalb existirendes Etwas zu glauben berechtigt sind, welches sich aber gänzlich unserer Kenntniss entzieht. Was wir wahrnehmen, sind nur geistige Vorgänge in uns, welche von dem, was wir Materie nennen, wol veranlasst, aber nicht die Materie selbst sind. Diesen im fünften Kapitel dargelegten Auseinandersetzungen folgt eine Besprechung des Materialismus in seinem Verhältniss zur Naturwissenschaft und speciell zum Darwinismus. In erfreulicher Weise wird letzterm hier seine volle Berechtigung zuerkannt und gegen seine Verwechslung mit dem Materialismus Verwahrung eingelegt. Wie die Arten der Pflanzen- und Tierwelt entstanden sind, hat die Naturwissenschaft unbestreitbar das vollste Recht zu fragen, und das stets sich häufende Beweismaterial lässt die Wahrscheinlichkeit der Entwicklungslehre von Tag zu Tag wachsen.

Die weiter besprochenen Wirkungen des Materialismus auf ethischem, ästhetischem und religiösem Gebiete sind zwar gleichfalls von hervorragendem Interesse, gehören aber nicht mehr in den Rahmen dieses Blattes. — Jedenfalls ist die kleine Schrift trotz einiger Einseitigkeiten als eine für weitere Kreise verständliche Darstellung und Kritik des modernen Materialismus zu empfehlen [1]).

K. Fricke (Bremen).

---

1) Die „Philosophie der Naturwissenschaft“ von demselben Verfasser, von welcher bis jetzt der erste Band erschienen ist, werden wir hier besprechen, sobald der in nahe Aussicht gestellte zweite Band vorliegen wird.

Chr. G. Brügger, Beobachtungen über wildwachsende Pflanzenbastarde der Schweizer- und Nachbar-Floren.

Separatabdruck aus dem Jahresbericht der naturforsch. Ges. Graubündtens, Jahrg. XXIII—XXIV. (1878—1880). 76 S. in 8°. (S. 47—123 a. a. O.).

In der vorliegenden Mitteilung zählt Verf die Bastarde auf, welche er seit 1850 in der Schweiz, im Veltlin, in Tirol, im Allgäu und in Südbayern gefunden und zum Teil auch in der Kultur beobachtet hat. Die Liste ist nach Endlicher's System geordnet; auch werden bei den einzelnen Hybriden außer dem Fundort und dem Datum ihrer Entdeckung noch mehr oder weniger ausführliche Mitteilungen über ihre Synonymie, ihr Verhalten in der Kultur und ihre Verbreitung gegeben und mitunter auch Beschreibungen der betreffenden Bastarde hinzugefügt. Die Mischlinge werden mit den durch ein × verbundenen Artnamen ihrer präsumtiven Eltern bezeichnet, doch präjudicirt Verf. durch die Reihenfolge der letztern einmal nicht die Rollen, welche die Stammarten bei der Bildung der Bastarde gespielt, welche Art den Pollen und welche das Ovulum geliefert, und dann versteht er unter einer solchen Bezeichnung die ganze Formenreihe, welche aus den Kreuzungen zweier Arten hervorgehen kann. Uebrigens hält Verf. es aus verschiedenen Gründen (z. B. bei zweifelhafter Abstammung einer sonst als Bastard erkannten Form, bei der Namengebung bei Tripelbastarden u. s. w.) für angezeigt, neben den compendiösen Doppelnamen (wie z. B. *Achillea atrata* L. × *macrophylla* L.) die Hybriden auch mit einfachen Namen zu bezeichnen (wie ein solcher z. B. in *A. Thomascana* Hall. f. für die eben angeführte Combination vorhanden ist).

In der Aufzählung werden 344 Bastarde in der geschilderten Weise besprochen. Alle irgendwie zweifelhaften oder kritischen Formen, deren eine größere Zahl auf S. 53 und 121 genannt werden, sind ausgeschlossen und sollen den Gegenstand einer besondern Mitteilung bilden.

Abgesehen von dem systematischen hat Brügger's Arbeit auch ein biologisches Interesse. Verf. sieht in der Bastardbildung ein Mittel der Natur, neue Formen hervorzubringen und betrachtet die Hybriden als „im Entstehen begriffene, werdende oder bereits festgewordene Arten" (eine Ansicht, die auch W. O. Focke, einer der competentesten Beobachter auf diesem Gebiet, teilt (Vergl. besonders dessen „Brombeerstudien" in der Oesterr. Botan. Zeitschr. 1877 S. 325—333, sowie seine Synopsis Ruborum Germaniae, Bremen 1877 und sein umfassendes Buch „Pflanzenmischlinge", Berlin 1881. Ref.).

Fr. Kurtz (Berlin).

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt" bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut"** zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. 20. Januar 1882. Nr. 21.

Inhalt: **Hildebrand**, Die Lebensdauer und Vegetationsweise der Pflanzen, ihre Ursachen und ihre Entwicklung. — **Schulze** und **Barbieri**, Ueber das Vorkommen von Allantoin im Pflanzenorganismus. — **Verrill**, Marine Fauna Neu-Englands. — **Geza Entz**, Ueber die Natur der Chlorophyllkörperchen niederer Tiere. — **Zuckerkandl**, Ueber die Anastomosen der Vn. pulmonales mit den Bronchialvenen und mit dem mediastinalen Venennetze. — **Hoppe-Seyler**, Ueber die Einwirkung des Sauerstoffs auf Gährungen. — **Kräpelin**, Ueber die Dauer einfacher psychischer Vorgänge.

Friedr. Hildebrand, Die Lebensdauer und Vegetationsweise der Pflanzen, ihre Ursachen und ihre Entwicklung.

Engler's Botanische Jahrbücher für Systematik etc. II. Bd. S. 51—135.

Wenn auch die floristischen Werke, Samenkataloge u. dgl. zahlreiche Angaben über die Lebensdauer der Pflanzen enthalten, so ist es doch bisher nie versucht worden, die diesbezüglichen Erscheinungen im Zusammenhange darzustellen oder die Frage nach den Ursachen der verschiedenen Lebenslänge klarzulegen. Die Aufgabe ist nicht so leicht, als es auf den ersten Blick scheinen möchte; denn abgesehen von den Beobachtungsfehlern, welche besonders für kultivirte Pflanzen den wahren Sachverhalt trüben, liegt für die theoretische Betrachtung eine wesentliche Schwierigkeit in der Definition des Begriffs „Individuum". Der Verf. vermeidet es, auf diese Frage näher einzugehen und schließt sich in zweifelhaften Fällen dem herrschenden Sprachgebrauch an, welcher z. B. in strenge genommen unrichtiger Weise in den Brutzwiebeln der Tulpe die Fortsetzung des gleichen Individuums erblickt, die durch Absterben der Hauptaxe sich isolirenden Zweige eines Rhizoms aber als verschiedene Individuen betrachtet. Die ganze Darstellung des Verf. berücksichtigt ausschließlich die Blütenpflanzen, während Kryptogamen nur ganz vereinzelt gelegentlich erwähnt werden.

Im ersten Kapitel schildert der Verf. die tatsächlich vorkommenden Verschiedenheiten in der Lebensdauer der Pflanzen und hebt ins-

besondere hervor, dass und wie die einzelnen Typen durch Uebergänge mit einander verbunden werden. Unter den monokarpischen, einmal fruchtenden Pflanzen, d. h. denjenigen, welche nach einmaliger Samenreife völlig absterben, finden wir zunächst solche, deren Generationen innerhalb einer Jahresperiode in Mehrzahl auf einanderfolgen, so z. B. unsere häufigsten Unkräuter, *Stellaria media*, *Senecio vulgaris* u. a.; den meisten gestattet aber die Periodicität des Klimas nur einen Bruchteil des Jahres als Vegetationszeit; während die als einjährige bezeichneten Gewächse im Frühjahr keimen und im Herbst die Samen reifen, tritt bei Manchen die Keimung schon im Herbst ein, und diese letztern bilden den Uebergang zu den zweijährigen, welche im ersten Jahr keimen und erstarken, im zweiten Jahre zur Blüte und Fruchtreife gelangen. Andere dagegen, für welche *Agari* das bekannteste Beispiel liefert, brauchen zur vegetativen Erstarkung mehrere Jahre, um dann durch die Blüte sich zu Tode zu erschöpfen. Bleiben im letztern Falle einzelne Sprosse der Pflanze lebenskräftig, so werden wir unmittelbar hinübergeführt zu den mehrmals fruchtenden Pflanzen. Diese werden noch außerdem dadurch mit den einmal fruchtenden verknüpft, dass nicht selten einzelne Individuen durch das erste oder ein späteres Fruchten sich so erschöpfen, dass sie absterben. Bekanntlich dauern die mehrmals fruchtenden Pflanzen teils unterirdisch aus (Stauden), teils mit oberirdischen verholzten Stämmen (Bäume und Sträucher). Weitere Verschiedenheiten ergeben sich daraus, ob das Blühen schon wenige Monate nach der Keimung oder erst nach mehrern, oft vielen Jahren erfolgt, sowie ob dasselbe sich jährlich (selten innerhalb eines Jahres zweimal) oder erst nach mehrjährigen Pausen wiederholt.

Das zweite Kapitel behandelt das Verhältniss der verschiedenen Lebensdauer zur systematischen Verwandtschaft. Während sich die Individuen einer Species bald einander gleich verhalten, finden wir hierin aber auch Variationen, so insbesondere bei Kulturpflanzen (Sommer- und Wintergetreide u. a.). Die verschiedenen Arten einer Gattung verhalten sich entweder alle gleich (so sind z. B. alle Arten von *Funaria* einjährig, alle *Primula* Stauden, alle *Quercus*, *Pinus* Bäume), oder es sind in derselben Gattung verschiedene Typen der Lebensdauer vertreten, jedoch nicht alle Combinationen in gleicher Häufigkeit; so gibt es z. B. nur wenige Gattungen, deren Arten teils einjährig, teils zweijährig sind, hingegen viele, deren Arten teils einjährig, teils Stauden sind. Auch alle vier Formen der Lebensdauer, einjährige, zweijährige, Stauden und Holzpflanzen können in derselben Gattung vertreten sein (z. B. *Euphorbia*). In noch höheren systematischen Einheiten herrscht natürlich nur selten Uebereinstimmung; so gibt es keine Familie, deren Arten und Gattungen nur einjährig sind, hingegen mehrere, welche nur Stauden oder nur Holzpflanzen (z. B. Pomaceen, Coniferen) enthalten.

Die im dritten Kapitel besprochenen Ursachen der verschiedenen Lebensdauer liegen zum Teil in der innern Anlage der Pflanze, zum Teil in den äußern Lebensbedingungen und der Umgebung; bei dem Ineinandergreifen dieser beiden Faktoren ist es natürlich, dass ein und dieselbe Lebensdauer für die eine Pflanze von Vorteil, für die andere von Nachteil sein wird, dass somit verschiedene Pflanzen gegen die äußern Bedingungen und deren Aenderungen in verschiedener Weise reagiren werden. So können fast alle einzelnen Faktoren des Klimas, sowie der Boden, die pflanzliche und tierische Umgebung, bald eine Verlängerung, bald eine Verkürzung der Lebensdauer herbeiführen. Nachweise dafür sind zum Teil der Erörterung dieser Verhältnisse eingefügt, zum Teil im vierten Kapitel enthalten, in dem besonders der Einfluss der Kultur, sowie die Beziehungen zu geographischem Vorkommen behandelt werden. An mehrern einheimischen Gattungen zeigt hier der Verf., wie die verschiedene Lebensdauer der Arten mit der Beschaffenheit ihres Standorts zusammenhängt.

Der kurze Ueberblick über das Verhältniss der Lebensdauer in den geologischen Perioden, welchen das fünfte Kapitel bietet, führt zu dem Resultat, dass die Pflanzen früherer Perioden langlebig, mehrmals fruchtend waren, und dass die Langlebigkeit im Familiencharakter der heutigen Pflanzen in derselben Reihenfolge abnimmt, in welcher die Klassen in der Entwicklung des Pflanzenreichs auf einanderfolgen.

Prantl (Aschaffenburg).

E. Schulze und J. Barbieri, Ueber das Vorkommen von Allantoin im Pflanzenorganismus. Ber. d. deutschen chemischen Ges. 1881. S. 1602—1605.

E. Schulze und J. Barbieri, Ueber das Vorkommen von Phenylamidopropionsäure unter den Zersetzungsprodukten der Eiweissstoffe. Ebenda 1881 S. 1785—1791.

Wir nähern uns mehr und mehr der Auffassung, dass die Stoffwechselprocesse tierischer und pflanzlicher Zellen im Wesentlichen die gleichen sind. Aus diesem Gesichtspunkte hat Ref. (vergl. Reinke, Lehrbuch der allgemeinen Botanik S. 481) schon hervorgehoben, dass zwei der wichtigsten im Tierkörper gebildeten Eiweißzersetzungsprodukte, Harnstoff und Harnsäure, in den Pflanzen nicht gefunden worden sind; es erschien ihm naheliegend, dass andere stickstoffhaltige Verbindungen in den Pflanzen diese beiden Körper physiologisch vertreten möchten, und er erinnerte an die nahen chemischen Beziehungen z. B. des Theobromins und des Caffeins zu jenen beiden Substanzen. Es erscheint denkbar, dass in der regressiven Stoffmetamorphose des vegetabilischen Protoplasmas Eiweißderivate gebildet

werden, welche chemisch dem Harnstoff nahestehend und ihn physiologisch vertretend, dennoch in der Regel nicht zur Anhäufung gelangen, weil die Pflanze diese Stoffe alsbald wieder für Eiweißsynthesen zu verwenden vermag; ist es doch experimentell erwiesen, dass der Harnstoff auch für die Ernährung höherer Gewächse eine vorzügliche Stickstoffquelle abgibt.

Die hier bestehende Lücke ist nunmehr, zunächst für eine einzelne Pflanze, von den Verf. ausgefüllt worden. Sch. und B. haben aus den Knospen von *Platanus orientalis* in nicht unbeträchtlicher Menge Allantoin gewonnen, eine Substanz, die ihren chemischen Eigenschaften nach etwa zwischen Harnstoff und Harnsäure in der Mitte steht, welche bisher nur als charakteristisches Stoffwechselprodukt des fötalen Tierkörpers angesehen wurde, und die auch durch Oxydation der Harnsäure künstlich dargestellt werden kann. Auch aus dem Allantoin der Platanen konnte Harnstoff erhalten werden. Während das Allantoin in den Knospen dieses Baumes 0,5 bis 1 Procent der Trockensubstanz ausmachte, waren in den jungen Blättern davon nur Spuren enthalten, und daraus darf man wol folgern, dass dasselbe in den Wachstumsprocessen wieder für Synthesen verbraucht wird. Ebenso erscheint die Vermutung als eine naheliegende, dass dem Allantoin eine weitere Verbreitung im Pflanzenreich zukommt, oder dass Verbindungen ähnlicher Struktur dasselbe in andern Pflanzenarten vertreten werden.

In der zweiten Mitteilung machen uns Sch. und B. mit der Entdeckung einer neuen aromatischen Stickstoffverbindung in den Keimlingen von *Lupinus luteus* bekannt, welche jedenfalls auch als Eiweißzersetzungsprodukt anzusehen ist, da sie sich in dem reifen Samen nicht findet und erst beim Verlauf der Keimung im Dunkeln sich anhäuft, in ihrer Constitution ein Seitenstück zum Tyrosin darstellend. Auch konnte bei der künstlichen Zersetzung einer aus Kürbissamen abgeschiedenen Globulinsubstanz mit Salzsäure und Zinnchlorür ein Produkt erhalten werden, welches wahrscheinlich mit der Phenylamidopropionsäure der Lupinenkeimlinge identisch ist; ein gleiches dürfte von dem durch Schützenberger aus dem mit Barytwasser zersetzten Albumin erhaltenen Tyroleucin anzunehmen sein. Jedenfalls ist es von hoher Bedeutung, dass wir hierdurch ein zweites stickstoffhaltiges Benzolderivat unter den in der Pflanze gebildeten Eiweißzersetzungsprodukten kennen gelernt haben.

J. Reinke (Göttingen).

A. E. Verrill, Notice of the remarkable Marine Fauna occupying the outer banks of the Southern coast of New-England.

(Americ. Journ. of science. Oct. 1881, Nr. 130 Vol. XVII).

Die U.-S.-Fischkommission untersuchte vom 16. Juli bis 14. Sept. 1881 bei Woods-Holl, Mass., wo 1875 ein Laboratorium errichtet wurde, die Oberflächen- und Tiefseefauna. In Schwebnetzen wurden zahlreiche Larven von Crustaceen, Anneliden, Echinodermen, Mollusken etc. und verschiedene adulte Formen, besonders viele Syllideen gefangen. Die Haupttätigkeit wurde auf die Untersuchung der Grundfauna, 121—193 km. entfernt von der S. Küste Neu-Englands, nicht weit von der Grenze des Golfstroms, verwendet. Man dredschte auf 73—790 Faden (= 78,5—1408 m.) Tiefe, meistenteils auf Mudgrund. Hier hatte das Wasser eine Wärme von 4,16° bis 11,1° C. Die Wassertemperatur der Oberfläche betrug 17,5° bis 22,7° C.

Die Fauna wurde sehr reich an Arten und Individuen gefunden, wahrscheinlich deshalb, weil hier in allen Tiefen, welche nicht dem unmittelbaren Einflusse der atmosphärischen Temperaturschwankungen ausgesetzt sind, das ganze Jahr hindurch eine gleichmäßige Temperatur herrscht, und weil das Wasser durch Flut und Ebbe, sowie durch die Meeresströmungen stets in lebhafter Cirkulation erhalten wird. Die großen Massen schwimmender Tiere, welche höhere und tiefere Wasserschichten erfüllen und durch den Golfstrom fortwährend nordwärts geführt werden, liefern den am Boden wohnenden Tieren reichliche Nahrung. Eine 5—6 Zoll lange Salpenart tritt sowol an der Oberfläche wie am Grunde in großen Massen auf. Sie wurde im Magen von Seesternen, Actinien u. a. Tieren gefunden. Eine häufige Nahrung der Seesterne bildeten auch Pteropoden. Einen Hauptbestandteil der Nahrung vieler Mudbewohner lieferten die Foraminiferen. Die Nahrung der gefangenen Fische bestand hauptsächlich aus Cephalopoden, Schnecken, Muscheln und Crustaceen. Besonders die letztgenannten traten in großen Scharen auf. Man fing wiederholt in einem Schleppnetzzug viele Tausende von Individuen verschiedener Krustentierspecies.

Unter 45 Arten Fischen, die am Grunde gefangen wurden, waren auch mehrere an den europäischen Küsten lebende Arten, wie z. B. *Lophius piscatorius* L., *Conger vulgaris* Cuv., *Raja clavata* Donov., *Petromyzon marinus* L., *Myxine glutinosa* L. Als die wichtigsten der gefangenen Fische hebt Verrill *Lopholatilus chamaeleonticeps* Goode et Bean [1]) hervor. Dies ist ein großer, essbarer Fisch, bräunlichgrau mit großen hellgelben Flecken, der 1879 auf diesen Gründen entdeckt und bis jetzt an keiner andern Stelle gefunden wurde. Derselbe scheint 128—245 m. tief hier sehr häufig zu sein, denn es wurden ein-

1) Beschrieben in Proc. U. S. Nat. Museum II, 1879, p. 205. Er gehört zur Familie *Trachinidae*.

mal auf 180 m. Tiefe an einer Leine 73 Exemplare gefangen, welche zusammen 245 kg. wögen, einer im Durchschnitt also 3,3 kg. Die größten wogen 14 kg.

Unter den Mollusken wird als sehr bemerkenswerter Fund *Dolium Bairdii* Verr. et Smith, eine neue Species der bis jetzt nur in tropischen und warmen Meeren gefundenen Gattung *Dolium* hervorgehoben. Die mediterrane Form *Dolium galea* geht an der nordamerikanischen Ostküste nordwärts nur bis N. Carolina. *Dolium Bairdii* aber lebt an der Küste von Neu-England mit Mollusken zusammen, welche zuerst bei Grönland, Jan Mayen, Spitzbergen und in andern Eismeergebieten gefunden wurden.

K. Möbius (Kiel).

Ueber die Natur der „Chlorophyllkörperchen" niederer Tiere.

Von Prof. Dr. **Geza Entz**, Klausenburg (Ungarn).

Die Forschungsergebnisse über die Natur der Chlorophyllkörperchen niederer Tiere, welche K. Brandt in Nr. 17 dieser Zeitschrift[1]), und, wie ich soeben erfahre, auch in den Sitzungsberichten der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin mitteilte[2]), dürften kaum Jemand angenehmer überrascht haben, als mich, da ich bereits vor mehrern Jahren im Wesentlichen zu denselben Ergebnissen gelangte und dieselben am 25. Febr. 1876 in einer Sitzung des Klausenburger Vereins für Medizin und Naturwissenschaften mitteilte[3]). Da die in magyarischer Sprache abgefassten Sitzungsberichte des genannten Vereins außerhalb meines Vaterlandes den Fachgenossen kaum bekannt und zugänglich, andrerseits aber die Bestätigung der Algennatur der Chlorophyllkörperchen niederer Tiere erwünscht sein dürfte, so erlaube ich mir das Referat über meinen damaligen Vortrag hier mitzuteilen.

Das Referat lautet wörtlich wie folgt:

Es ist bekannt, dass gewisse niedere Tiere denen der Pflanzen ähnliche Chlorophyllkörperchen enthalten: so unter den Gephyreen *Bonellia viridis*, mehrere Turbellarien, *Hydra viridis* der süßen Gewässer und endlich sehr zahlreiche Wimperinfusorien und Rhizopoden.

Die hier mitzuteilenden Untersuchungen sind auf das Studium der Chlorophyllkörperchen der Infusorien gegründet; der Vortragende setzt aber voraus, dass auch die Chlorophyllkörperchen der angeführten Tiere dieselbe Natur und denselben Ursprung besitzen.

---

1) Ueber das Zusammenleben von Algen und Tieren.

2) Sitzungsbericht vom 15. Nov. 1881.

3) Ertesitö a kolozsvári orvos-természettndományi társulat második természettndományi szakuléséröl. Kolozsvárt. 1876, Febr. 25.

Ueber die Natur dieser Körperchen scheint nur soviel gewiss, dass sie nicht die Eier der betreffenden Infusorien sind, wie dies von Ehrenberg angenommen wurde, sondern dass sie nach Ferd. Cohn's Untersuchungen den Chlorophyllkörperchen der Pflanzen entsprechen; ihren Ursprung betreffend hält Stein es für wahrscheinlich, dass sie im Protoplasma des betreffenden Infusionstierchens entstehen und mithin Produkte des tierischen Stoffwechsels sind.

Ein allgemeiner Ueberblick der chlorophyllführenden Infusorien führt den Vortragenden zu dem Schluss, dass das Vorhandensein der Chlorophyllkörperchen nicht eine gewisse Gruppe der Infusorien charakterisirt, sondern dass in den verschiedensten Familien chlorophyllführende Tiere vorkommen; ja das Vorhandensein oder Fehlen der Körperchen kann nicht einmal als Speciescharakter benützt werden und keine einzige von jenen Arten, welche von Ehrenberg auf die Chlorophyllkörperchen gegründet wurden, kann die Kritik bestehen: so sind z. B. *Bursaria vernalis, Coleps viridis, Vorticella chlorostigma* nichts Anderes, als die chlorophyllführenden Varietäten von *Bursaria leucas (Cyrtostomum leucas* Stein*), Coleps hirtus* und *Vorticella campanula;* im *Stentor Muelleri* aber müssen wir die chlorophyllfreie Form des *St. polymorphus* erkennen.

Während gewisse Arten gewöhnlich Chlorophyllkörperchen enthalten, ist bei andern das Entgegengesetzte der Fall: zu den ersteren gehört z. B. *Paramecium bursaria,* — zu den zweiten *Holophrya ovum, Enchelys gigas, Enchelyodon farctus* u. s. w.; noch andere Arten, z. B. *Vaginicola crystallina* und *Euplotes patella* sind ebenso häufig mit, als ohne Chlorophyllkörperchen. An demselben Fundorte und in derselben Zeit kommt aber gewöhnlich nur die eine Varietät vor; ja es scheint sogar, dass gewissen Orten konstant nur die eine Varietät zukommt: so fand z. B. der Vortragende *Ophrydium versatile* im Teiche des Klausenburger Museum-Gartens beständig ohne Chlorophyllkörperchen, während aus dem Westen Europas nur grüne Ophrydien angeführt werden[1]).

Für das weiter Folgende findet der Vortragende die Beobachtung für wichtig, dass Chlorophyllkörperchen nur bei omnivoren, oder solchen Infusorien vorkommen, welche sich mit Vorliebe oder ausschließlich aus einzelligen Algen, Palmellaceen und Protococcaceen, oder aus grünen Flagellaten, namentlich Euglenen und Chlamydomonaden ernähren; nicht minder wichtig ist die Beobachtung, dass reichlich mit Chlorophyllkörperchen versehene Infusorien keine feste Nahrung aufnehmen, sondern nur Wasser in ihren Schlund strudeln.

---

1) Seither wurden chlorophyllfreie Ophrydien von Wrzésniowski auch bei Warschau gefunden und als farblose Varietät mit dem Namen *O. hyalinum* bezeichnet. — Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. 29. Bd. 3. Hft. 1877. S. 298.

Die Chlorophyllkörperchen der Infusorien sind in das Ektoplasma gebettete, lebhaft smaragdgrüne Kügelchen, deren Durchmesser bei hundertfacher Vergrößerung etwa 1 mm. beträgt. An isolirten Körperchen lassen sich bei starker Vergrößerung und günstiger Beleuchtung zwei abwechselnd erscheinende und wieder verschwindende helle Stellen, contractile Vacuolen, sowie einige, den Stärkemehlkörperchen ähnliche, stark lichtbrechende Körperchen unterscheiden, welche nach Jod-Behandlung nicht blau werden und aus Paramylon bestehen dürften. Die Vermehrung der Körperchen geschieht durch Teilung, wobei sie durch zwei sich rechtwinklig schneidende Furchen gleichzeitig in vier sich abrundende Stücke geteilt werden. Durch Zerzupfen des Infusorienkörpers freigelegte und im Wassertropfen sorgsam aufbewahrte Chlorophyllkörperchen sterben durchaus nicht ab, — im Gegenteil, sie leben und vermehren sich weiter und schließlich entwickeln sich aus ihnen einzellige Algen aus den Gattungen: *Palmella, Tetraspora, Glococystis, Pleurococcus, Raphidium, Scenedesmus;* einige vergrößern sich nach erfolgter Encystirung beträchtlich; aus diesen Cysten schwärmen endlich Chlamydomonaden und Euglenen heraus. Oft entwickeln sich aber die Chlorophyllkörperchen schon innerhalb des Körpers der Infusorien weiter, wovon man sich am prachtvollen *Stentor polymorphus* sehr leicht überzeugen kann: hält man einen mit Chlorophyllkörperchen erfüllten Stentor längere Zeit in einem Wasser, welches von Zeit zu Zeit nicht erneuert wird, so entwickeln sich die Chlorophyllkörperchen im Ektoplasma des Infusionstierchens weiter und der Stentor wird schließlich zu einer wahrhaften lebenden Sammlung der erwähnten einzelligen Algen und grünen Flagellaten. Setzt man die Chlorophyllkörperchen solchen Einflüssen aus, welche der Vegetation der Algen nicht förderlich sind, hält man z. B. die Kulturgefäße in einer Lokalität, wo die Infusorien in seichtem Wasser täglich einige Stunden hindurch direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt sind, so erblassen allmählih die Körperchen, sterben endlich ab und das Infusionstier wird ganz farblos.

Die angeführten Beobachtungen lassen sich entweder so auslegen, dass die Chlorophyllkörperchen auch außerhalb des Körpers der Infusorien als selbstständige Organismen weiter leben können, — in diesem Falle hätte man also mit einer echten Heterogenie zu tun; oder man muss der Vermutung Raum geben, dass die Chlorophyllkörperchen nicht zum Organismus der Infusorien gehören, sondern eingedrungene selbstständige Wesen sind, welche zeitweilig die Gastfreundschaft der Infusorien genießen.

Durch die Untersuchungen des Vortragenden wird die letztere Vermutung nicht nur wahrscheinlich, sondern zur vollen Gewissheit. An *Coleps hirtus, Enchelys gigas, Enchelyodon farctus* und *Holophrya ovum* ließ sich nämlich die Beobachtung machen, dass im Falle von

diesen gewöhnlich farblosen Infusorien Euglenen, Chlamydomonaden, oder Zellen von Palmellaceen und Protococcaceen massenhaft verschlungen wurden, einzelne dieser Zellen sich aus dem breiartigen, verdauenden Entoplasma des Infusorienkörpers in das Ektoplasma drängten, wo sie durch schnell wiederholte Teilung in einzelne Kügelchen zerfielen, welche nun in der Form von „Chlorophyllkörperchen" in der beschriebenen Weise sich weiter fortpflanzten, allmählich das ganze Ektoplasma erfüllten und gewissermaßen zu ihrem Vegetationsgebiet eroberten. Für Parasiten können aber diese auf solche Weise eingewanderten grünen Körperchen keinesfalls gehalten werden, da sie sich nicht auf Kosten der assimilirten Substanzen der Infusorien ernähren, — im Gegenteil lebt das als Wohnsitz dienende Infusionstier von seinen winzigen Inwohnern.

Nachdem nun der Vortragende nochmals betont, dass die Infusorien, welche Chlorophyllkörperchen enthalten, keine solide Nahrung aufnehmen, führt er ferner noch an, dass einzelne der sich rapid vermehrenden grünen Kügelchen aus dem Ektoplasma in das Innere des Infusorienkörpers gedrängt werden, um hier, wie eine von außen aufgenommene Nahrung, einfach verdaut zu werden und somit ihre Miete dem Mietsherrn mit Naturalien bezahlen. Zwischen den Infusionstierchen und ihren grünen Körperchen existirt also ein ganz eigenartiges Verhältniss: Jene bieten sichere Wohnung, diese aber liefern eine unerschöpfliche Nahrungsquelle; nebenbei versieht das Infusionstier seine Gäste unzweifelhaft mit Kohlensäure, diese aber erzeugen für dasselbe Sauerstoff. Wir haben hier also mit der Vergesellschaftung, mit einem ganz eigenartigen Consortialverhältnisse zweier ganz verschiedener Organismen zu tun, mit welchem einigermaßen die Organisation der Flechten verglichen werden kann, welche nach der Schwendener'schen Auffassung ihre Existenz der Vergesellschaftung eines Pilzes mit einer Alge verdanken.

Der Vortragende legt über die Beispiele und Beweise Zeichnungen vor.

So weit das Referat vom 25. Febr. 1876.

Seither habe ich mich gelegentlich auch weiter mit diesem Gegenstande befasst und die Ergebnisse meiner Beobachtungen in einer dem königl. ungarischen Verein für Naturwissenschaften zu Budapest vorgelegten und demnächst erscheinenden umfangreichern Arbeit eingehend besprochen. — Meine diesbezüglichen fernern Ergebnisse sind in der Kürze folgende.

Den Kern der „Chlorophyllkörperchen", welcher dieselben zu echten Zellen stempelt, gelang auch mir durch Tinctionsmittel sichtbar zu machen; ferner fand ich, dass die Körperchen meist eine hyaline, gallertige Hülle umgibt. Mithin zeigen sie alle Charaktere der Palmellaceen.

Was die Abstammung der Körperchen anlangt, so ist dieselbe

im obigen Referat mitgeteilt. Nach meinen Beobachtungen wandert nicht eine gewisse Algenart ein, sondern die verschiedensten niedern Algen, deren Zoosporen, sowie grüne Flagellaten können sich in ganz kleine Zellen, in Pseudo-Chlorophyllkörperchen, — wie ich sie in meiner Arbeit nannte, — verwandeln. Die Zoochlorella Brandt's ist eben nur ein Zustand, eine Form, welche die verschiedensten Algen im Ektoplasma der Protozoen und in den Gewebszellen mancher Metazoen annehmen, ebenso, wie nach den Untersuchungen Cienkowski's manche Fadenalgen in einen Palmellenzustand übergehen können[1]).

E. Zuckerkandl, Ueber die Anastomosen der Vn. pulmonales mit den Bronchialvenen und mit dem mediastinalen Venennetze.

Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Bd. LXXXIV. III. Abt. 2. Juni 1881.

Einige Punkte in der Anatomie der Bronchialvenen schienen dem Verf. näherer Aufklärung bedürftig zu sein. Die Einmündung von Bronchialvenen in die Lungenvenen werde zwar von den meisten Autoren angenommen, aber über die Ausdehnung dieses Anastomosenbereiches, über die Ausdehnung der aus der Lunge heraustretenden eigentlichen Bronchialvenen, sowie über die vordern großen Vn. bronchiales sei noch keine rechte Einigung erzielt worden, und daher komme es, dass der eine Autor in den innerhalb der Lungen verlaufenden Bronchialvenen arterielles, ein anderer venöses Blut fließen lasse.

Was den letztern Punkt anlangt, so schwächt sich die principielle Wichtigkeit der Frage sogleich bedeutend ab. Es scheint wol paradox, wenn venöses Blut in eine V. pulmonalis gelangt. Aber erstens ist der betreffende Anteil unter allen Umständen ein verschwindendes Minimum. Zweitens kennen wir auch sonst analoge Fälle, namentlich kleinste Foramina Thebesii im linken Atrium und Ventrikel (vergl. W. Krause, Nachträge zur allg. u. mikrosk. Anatomie. 1881. S. 99). Drittens geht aus der Lehre von den Varietäten hervor, dass sogar bei Versorgung eines Körperteils (obere Extremität) mit ausschließlich venösem Blut die Ernährung desselben doch nicht leidet, z. B. bei dem Ursprunge einer A. subclavia aus der A. pulmonalis (vergl. W. Krause in Henle's Gefässlehre. 2. Aufl. 1876). Viertens haben viele Autoren sich der Ansicht angeschlossen, dass die aus den feinern Bronchien stammenden, in die Vn. pulmonales sich ergießenden Venen in Wahrheit arterielles Blut führen, weil in der dünnen Bronchialwand genügende Gelegenheit zum Gasaustausch mit der atmosphärischen Luft gegeben sei.

---

1) Ueber Palmellenzustand bei Stygeoclonium. Bot. Ztg. 1876. Nr. 2, 5.

Unbeeinflusst von diesen Tatsachen hatte Hyrtl (Corrosions-Anatomie. 1873) sich dahin ausgesprochen, dass auch die gewöhnlich angenommenen Communicationen zwischen den Bronchialvenen und Lungenvenen zwecklos seien. Denn wenn die Bronchialvenen arterielles Blut führen, warum entleeren sie sich nicht ausnahmslos in die Lungenvenen; ist aber andrerseits das Blut der Vn. bronchiales venös, wie kann sich dasselbe in eine der Lungenvenen entleeren?

Zuckerkandl injicirte meistens die Lungen Neugeborner in situ mit Berlinerblau, überzeugte sich aber, dass bei Erwachsenen die Verhältnisse keine andern sind. Im Gegensatz zu Hyrtl fand der Verf. Communicationen zwischen Bronchial- und Lungenvenen längs der ganzen Bronchialverästelung. Es ergibt sich also wiederum, worauf schon so oft aufmerksam gemacht worden ist (Ref.), dass die zähflüssigen Hyrtl'schen Injectionsmassen über das Vorhandensein feinerer Anastomosen kein Urteil gestatten.

Nach dem Verf. erreichen aber im Gegensatz zur gewöhnlichen Annahme (W. Krause, Allg. Anat. S. 203) die eigentlich sogenannten Bronchialvenen die feinern Bronchien nicht; sie endigen vielmehr an den Bronchien zweiter und dritter Ordnung, während auch in diesen Gebieten feinere Venen existiren, welche direkt zu den Vn. pulmonales leiten.

Zuckerkandl beschreibt ferner Vn. bronchiales anteriores außer den allgemein bekannten großen hintern Bronchialvenen. Ref. hat bereits früher (Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. II. Specielle Anat. 1879. S. 671 u. 689), die Einmündung von Vn. bronchiales anteriores, die aus dem Cavum mediastini anterioris stammen, in die Vn. anonymae resp. mammariae anteriores erwähnt (diese Bemerkung scheint Zuckerkandl entgangen zu sein). Freilich besteht insofern eine Differenz, als der Verf. die genannten, von der Vorderfläche der Bronchien erster Ordnung, aus den Bronchialdrüsen und der hintern Fläche des Pericardium ihr Blut beziehenden Venen teils in die V. azygos resp. linkerseits in die V. bronchialis posterior sinistra, größtenteils aber und als 2 mm. dicke Stämmchen in die Vn. pulmonales einmünden lässt.

Ob auf diese Differenz großes Gewicht zu legen ist, mag dahin gestellt sein. Nach dem, was oben über arterielle und venöse aus der Lunge kommende Blutströmungen bemerkt wurde, wol schwerlich. Außerdem weist der Verf. am Schlusse seiner Abhandlung darauf hin, dass zwar keine speziellen entwicklungsgeschichtlichen Daten vorliegen, dass aber unbezweifelt in der ursprünglichen Lungenanlage sich Blutgefäße verzweigen, welche mit den respiratorischen Gefäßen nichts zu tun haben, da ja die Aa. pulmonalis dextra und sinistra noch gar nicht existiren, sondern vielmehr den späteren Vasa bronchial. entsprechen. Sie bilden sich mehr oder weniger vollständig zurück; die aus der embryonalen Brustaorta stammenden persistiren teilweise als

Aa. bronchiales posteriores. Daraus erklären sich die Communicationen zwischen Vn. pulmonales und bronchiales ohne Weiteres; auch wird der Ersatz einer A. pulmonalis für einen untern Lungenlappen durch eine A. bronchialis nach dem Verf. mit Recht als ein Stehenbleiben auf früherer Entwicklungsstufe gedeutet. Sind aber die bleibenden Verbindungen Reste von reichlichern embryonalen Communicationen, so ist die Variabilität in Bezug auf Stärke und Localität hinreichend zu erklären. Auch bei den hintern Bronchialvenen zeigt manchmal der eine, manchmal der andere Schenkel des Gefäßnetzes bessere Entwicklung oder bleibt umgekehrt zurück; in der Regel gelangt ein Hauptzweig einer V. bronchialis posterior zu den Vv. pulmonales. Oft windet ein solcher venöser Zweig (der in Wahrheit eine eigentliche V. bronchialis posterior repräsentiren dürfte, Ref.) von beträchtlicherm Kaliber sich um den obern Bronchusast, nach dem Verf. eine Communicationsvene zwischen der V. azygos resp. hemiazygos (Verf. = intercostalis suprema sinistra, Ref.) und einen Ast der Vn. pulmonales darstellend. Einige andere Zweige, welche aus der Hinterfläche des Bronchus dexter und sinister stammen und sich in kleinere Pulmonalvenenäste in der Lungenpforte ergießen, will Verf. als recurrirende Bronchialvenen bezeichnen.

In Betreff der Varietäten der Lungenvenen und wie sie aus den zufolge der Entwicklungsgeschichte vorhandenen Venennetzen zu erklären sind, muss auf das Original verwiesen werden (vergl. auch des Ref. Handb. der menschl. Anatomie. Bd. III. 1880).

Eine spezielle Untersuchung hat der Verf. noch den im Cavum mediastini posterioris gelegenen Venen und deren Communicationen mit den Lungenvenen gewidmet, auch mehrere Variationen geschildert, in Betreff welcher ebenfalls auf das Original zu verweisen ist. Der Regel nach wird dieses venöse hintere Mediastinalnetz, welches größtenteils die Aorta thoracica umspinnt, von folgenden Gefäßen gebildet:

1. Aus unter einander communicirenden Vn. oesophageae aus dem Brustteil der Speiseröhre.
2. Durch Rr. venosi diaphragmatici.
3. Durch Vn. oesophageae und diaphragmaticae, die vom untern Abschnitt des Oesophagus, dem sehnigen und muskulösen Teil des Diaphragma emporsteigen, mit der V. cava inferior communiciren und schließlich in die untern Vn. pulmonales einmünden.
4. Von Aesten der Vn. bronchiales posteriores.
5. Von kurzen Venen, die aus dem Bronchus dexter und sinister hervortreten und in das hintere Mediastinalnetz einmünden. Außerdem ist eine V. oesophagea oder phrenica bemerkenswert, welche entweder in Körpervenen oder in eine V. pulmonalis inferior sich einsenkt.

Die Abhandlung ist mit vier schön ausgeführten Farbentafeln

ausgestattet, welche teils mikroskopische Durchschnitte injicirter Bronchialwandungen, größtenteils aber makroskopische Venenpräparate darstellen. Auch ist die ältere Literatur des Gegenstandes von Ruysch bis auf Reisseisen und Soemmerring (Verf. schreibt consequent Soemmering) ausführlich berücksichtigt. Von den Resultaten der sorgfältigen Untersuchung sind nochmals hervorzuheben: die Angabe, dass die venösen Blutbahnen schon der Bronchien vierter Ordnung sämmtlich in die Vn. pulmonales führen und die Communicationen der Vn. bronchiales anteriores mit den Vn. pulmonales.

W. Krause (Göttingen).

Hoppe-Seyler, Ueber die Einwirkung des Sauerstoffs auf Gärungen.

Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens des pathologischen Instituts zu Berlin. R. Virchow gewidmet. Straßburg 1881, K. J. Trübner. 32 S.

Verf. wünschte den Einfluss des Sauerstoffs auf den Verlauf von Gärungsprocessen und die infolge dieser Gärungsprocesse in den gärenden Flüssigkeiten auftretenden Stoffe zu studiren.

Einige orientirende Versuche zeigten, dass ein durch derartige Flüssigkeiten geleiteter Luftstrom ein starkes Schäumen hervorruft und das Experiment vereitelt.

Aus diesem Grunde wurden Apparate konstruirt, welche die gärenden Flüssigkeiten in rotirende Bewegungen versetzten und der über ihnen befindlichen Luft, welche erneuert werden konnte, eine große Berührungsfläche darboten.

Eine erste Versuchsreihe beschäftigt sich mit der Einwirkung des Sauerstoffs auf die Gärung des Rohrzuckers, wie sie durch Presshefe hervorgerufen wird. Sie lieferte das interessante — auch für die Praxis fruchtbare — Resultat, dass reichliche Sauerstoffzufuhr die Zersetzung des Zuckers durch die Hefe verlangsamt, dagegen eine reichliche Produktion an flüchtigen Säuren hervorruft. Die Wirkung der Hefe wird unter diesen Verhältnissen geschädigt durch das Auftreten von Mikrokokken. — In einer Kontrolportion, welche während der Versuchsdauer nicht mit Luft geschüttelt worden war, wurde der Zucker reichlich zerlegt.

Aus defibrinirtem Rindsblut (Versuchsreihe II) war nach 4—5tägigem Schütteln mit Sauerstoff eine dunkelbraune Flüssigkeit erhalten worden, welche das Spektrum des Methämoglobins zeigte. Dieselbe enthielt die bekannten Fäulnissprodukte der Eiweißkörper (Leucin, Tyrosin, Hydroparacumarsäure), aber keine Bakterien. Eine nicht geschüttelte Kontrolportion hatte nach 5tägigem Stehen an ihrer Oberfläche eine schleimige fadenziehende Haut gebildet, welche aus zarten, langen Bakterienfäden bestand.

Aus dem wässrigen Extrakte von Kaninchenmuskeln (Versuchsreihe III) war nach 4tägigem Schütteln mit Sauerstoff eine rötlichgelbe Flüssigkeit entstanden, welche ein reichliches Sediment von Tripelphosphat abgeschieden hatte. Sie enthielt lange Bakterienfäden mit zwei kugligen Anschwellungen. — Eine Kontrolportion, die nicht geschüttelt war, beherbergte zahllose Bakterienfäden; aber ohne kuglige Anschwellungen.

Die letzten Versuche sind mit dem Wasserextrakte des Rinder-Pankreas angestellt. — Nach 2tägigem Schütteln enthielt die Flüssigkeit lange Bakterienfäden in lebhafter Bewegung. Der Geruch war etwas faulig. Indol vorhanden. — Die nicht geschüttelte Portion war von einer gallertigen Haut bedeckt, welche aus sehr kurzen Bakterienstäbchen bestand, die sich lebhaft bewegten.

Die Untersuchung zeigte, dass die ruhig fließende Bewegung, welche der Apparat hervorrief, die niedern Organismen nicht tötete, sondern eine reichliche Entwicklung der Fermentträger zuließ. Und zwar entwickelten sich Mikrokokken und Bakterien auch bei reichlichem Zufluss von Sauerstoff. Stoffe, welche wie Schwefelwasserstoff, Indol und Hydroparacumarsäure bei mangelhafter Zufuhr von Sauerstoff aus Eiweiß entstehen, verschwinden bei Ueberfluss von Sauerstoff.

In einem Schlusskapitel: Ueber Fäulniss und Verwesung an der Erdoberfläche werden die Einwirkungen des aktiven Sauerstoffs und der niedern Organismen auf die chemische Beschaffenheit der Erdoberfläche kurz besprochen. So weit der Sauerstoff in die Erde eindringt, finden wir die Oxyde des Eisens, wo er fehlt, beobachtet man Sumpfgas, Eisencarbonat und Eisensulphür.

Solche Reduktion führen niedere Organismen aus. Oxydirend dagegen wirken grüne Pflanzen und der atmosphärische Sauerstoff.

Leider gestattet dieser gedankenreiche Abschnitt keinen Auszug.

Th. Weyl (Erlangen).

Ueber die Dauer einfacher psychischer Vorgänge.

Von Dr. **E. Kraepelin** (München).

I. Die einfache Reaktionszeit.

Der ursprüngliche Ausgangspunkt für alle Zeitmessungen auf dem Gebiete der Psychologie ist das alte Problem der Eliminirung subjektiver Fehlerquellen aus den astronomischen Zeitbestimmungen gewesen. Nachdem schon im Jahre 1795 Maskelyne aus Greenwich berichtet hatte, dass sich bei seinem Assistenten Dr. Kinnebrook in der letzten Zeit eine wachsende Beobachtungsverspätung bemerkbar gemacht habe, wurde die tiefere Bedeutung dieser Tatsache im zweiten Decennium unsers Jahrhunderts durch Bessel ans Licht gezogen, als er, angeregt durch jene Notiz, die Beobachtungszeiten verschiedener

Astronomen mit einander verglich. Er machte nämlich dabei die merkwürdige Entdeckung, dass zwischen denselben nicht unerhebliche Differenzen bestanden, die innerhalb größerer Zeiträume deutliche Schwankungen zeigten. Diese Unterschiede zwischen zwei Beobachtern pflegte er in Form einer Gleichung auszudrücken, die man nach seinem Vorgange ihre „persönliche Gleichung" nannte und demnach bei jeder Vergleichung der von ihnen gemachten Angaben mit zu berücksichtigen hatte. Die Ursache dieser individuellen Differenzen glaubte Bessel vor Allem in der damals bei Durchgangsbestimmungen allgemein angewandten Beobachtungsmethode, der sog. Pointirmethode suchen zu müssen. Dieselbe besteht bekanntlich darin, dass der Beobachter, der den Stern in seinem Laufe durch das Fadenkreuz des Gesichtsfeldes verfolgt, während eine Uhr laut die Sekunden schlägt, denjenigen Moment zwischen zwei Schlägen abschätzt, in welchem der Stern gerade einen der Fäden passirt. Je nach der größern oder geringern Fähigkeit, die hier gebotene Kombination von Eindrücken der beiden verschiedenen Sinne, des Gesichts und Gehörs zu vollziehen, sollte demnach der Forscher den Durchgangsmoment auf einen frühern oder auf einen spätern Zeitpunkt verlegen.

Nachdem die Behauptungen Bessel's vielfach geprüft und durchweg bestätigt worden waren, machte sich natürlich der Wunsch lebhaft geltend, die in der Pointirmethode liegenden Fehlerquellen ausschalten zu können, um womöglich allgemein vergleichbare und von der Individualität des Beobachters unabhängige Beobachtungsresultate zu erhalten. Diesen Anforderungen schien anfangs in der Tat die zuerst von Arago 1842 geübte Registrirmethode zu entsprechen, die daher auch in den 50er Jahren allgemeinen Eingang fand, nachdem sie von dem Amerikaner Bond durch die Benutzung elektrischer Uebertragung verbessert worden war. Das wesentliche, neue Princip dieses Verfahrens bestand darin, dass der Zeitpunkt des Sterndurchgangs durch eine Willensbewegung direkt auf einem fortlaufenden Papierstreifen markirt wurde, auf dem sich zugleich selbsttätig die Sekundenschläge registrirten. Die Hoffnungen, die man auf diese neue Methode gesetzt hatte, realisirten sich indessen nur zum kleinen Teil. Zwar gelang es, die Beobachtungsdifferenzen im Großen und Ganzen etwas herabzudrücken und namentlich die früher sehr bedeutenden mittlern Schwankungen zu verringern, aber dennoch blieben auch hier offenbar noch subjektive Fehlerquellen zurück, welche die völlige Uebereinstimmung der verschiedenen Forscher unmöglich machten. Es lag daher nahe, die absolute Größe des bei dieser Methode vom einzelnen Beobachter gemachten konstanten Fehlers objektiv zu bestimmen, um denselben ein für alle Mal bei der Correction seiner Angaben in Rechnung bringen zu können. Derartige Untersuchungen wurden 1854 von Prazmowsky und einige Jahre später von Hartmann ausgeführt, indem man künstliche, ihren Durchgang selbst markirende Sterne benutzte und

die Zeitdifferenz zwischen dem wirklichen Durchgang und seiner Registrirung durch den Beobachter ausmaß. Hartmann fand, dass der durch diese Differenz repräsentirte „persönliche Fehler" durch Uebung im Allgemeinen abnehme, sonst aber vielfache Schwankungen zeige[1]).

Aehnliche Versuche, wie die genannten Forscher, hatte bereits im Jahre 1850 Helmholtz angestellt, allerdings in ganz anderer Absicht. Ihm kam es nämlich darauf an, die Geschwindigkeit der Nervenleitung zu messen, ein Unternehmen, welches Johannes Müller wegen der präsumirten außerordentlichen Schnelligkeit derselben noch wenige Jahre vorher für unausführbar erklärt hatte. Helmholtz stellte seine ersten Versuche in dieser Richtung derart an, dass er das Zeitintervall zwischen einem sich selbst markirenden Reize und der Registrirung desselben durch den Beobachter bestimmte. Dabei ergab sich, dass diese Größe durchschnittlich zwischen 0,125″—0,2″ schwanke. Offenbar war diese Verzögerung mit dem von Prazmowsky und Hartmann studirten persönlichen Fehler wesensgleich und wurde daher allgemein als ein Ausdruck für die Zeitdauer der physiologischen und psychophysischen Processe aufgefasst, die sich zwischen dem Einwirken eines Reizes auf ein Sinnesorgan und der darauf erfolgenden willkürlichen motorischen Reaktion abspielen. Während es sich mithin bei der Pointirmethode lediglich um eine Zeitschätzung gehandelt hatte, deren Fehler positiv oder negativ oder auch gelegentlich = 0 sein konnte, so hatte man es hier mit der Ausmessung von Vorgängen zu tun, die notwendigerweise nach dem Eintritt des Reizes erst zum Ablaufe kommen mussten, bevor die Bewegung des Beobachtens erfolgen konnte. Das der Pointirmethode zu Grunde liegende Problem war im Wesentlichen die später von Exner genauer studirte Frage nach der sog. „kleinsten Differenz"[2]), indess die uns hier näher interessirende Registrirmethode direkt zur Messung der Zeitdauer einfacher psychischer Processe führte.

Wie man leicht sieht, ergibt sich aus der angeführten Begriffsbestimmung des persönlichen Fehlers unmittelbar die Unmöglichkeit,

1) Die ganze astronomische Vorgeschichte des Problems findet sich ausführlich dargestellt von Radau: Ueber die persönlichen Gleichungen bei Beobachtungen derselben Erscheinungen durch verschiedene Beobachter. Carl's Repertorium für physikalische Technik, für mathematische und astronomische Instrumentenkunde. Bd. I, 1866, S. 202 und 306, Bd. II, S. 115. Diese Arbeit ist eine Uebersetzung aus dem Moniteur scientifique de Quesneville, 1865, 15. nov. et suiv.

2) Die kleinste Differenz ist das Intervall, welches zwischen zwei auf einander folgenden Sinneseindrücken liegen muss, damit ihre zeitliche Lage noch richtig erkannt wird. (Exner, Experimentelle Untersuchung der einfachsten psychischen Processe, 3. Abhandlung, der persönlichen Gleichung zweiter Teil, Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie, 1875, XI, Heft 8 u. 9, S. 403, ferner Hermann's Handbuch der Physiologie, Bd. II, 2, S. 256 ff.). Vgl. Wundt, Physiologische Psychologie, 1880, II, S. 260 ff.

denselben, so sehr er auch dem Einflusse der Uebung zugänglich ist, jemals gänzlich aus der Beobachtung fernzuhalten. Um so mehr musste es auffallen, dass sowol Hartmann, wie auch namentlich Hirsch und Plantamour, die im Jahre 1864 ebenfalls Registrirversuche mit künstlichen Sternen anstellten, gelegentlich den persönlichen Fehler nicht nur sehr klein, sondern auch = 0, ja sogar negativ werden sahen, d. h. den Durchgang ihres Sterns durch das Fadenkreuz bisweilen früher registrirten, als derselbe wirklich stattfand. Wie Hirsch bereits nachwies, hängt diese eigentümliche Erfahrung mit dem Umstande zusammen, dass bei jenen Versuchen der Eintritt des Reizes vorausgesehen werden konnte. Unter solchen Umständen kann es nämlich vorkommen, dass der Beobachter, in dem Bestreben, möglichst prompt zu reagiren, mit Hilfe der Zeitschätzung jenen Moment anticipirt, oder aber, dass der mit der Anspannung der Aufmerksamkeit gleichzeitig anwachsende Willensimpuls früher zur Auslösung der Registrirbewegung führt, als es beabsichtigt war. Hier ist demnach der Punkt, an dem die Frage nach der Größe des persönlichen Fehlers und diejenige nach der Zeit, die zwischen Sinneseindruck und motorischer Reaktion verfließt, aus einandergehen. Erstere wird beantwortet durch die empirisch-statistische Feststellung der Fehlergrenzen, innerhalb deren erfahrungsgemäß die Richtigkeit der Zeitbestimmungen eines Beobachters nach der positiven oder negativen Seite hin schwankt; letztere dagegen erfordert die Auffindung der Minimalzeit, welche durch die Vorgänge von der wirklichen, nicht anticipirten Einwirkung des Reizes bis zu der durch eben diesen ausgelösten Muskelbewegung notwendig in Anspruch genommen wird. Somit ergibt sich klar, dass bei der Bestimmung des persönlichen Fehlers alle irgendwie gewonnenen Versuchszahlen gleichmäßig Berücksichtigung finden müssen, während es für die Lösung des genannten psychophysischen Problems nötig ist, einerseits die Fehlerquellen der Anticipation des Reizes oder der Reaktion durch ausschließliche Anwendung unvorhergesehener Sinneseindrücke zu eliminiren, andrerseits aber von den so erhaltenen Beobachtungsreihen nur die durch volle Anspannung der Aufmerksamkeit erhaltenen Minimalwerte in Rechnung zu ziehen.

Diese Ueberlegungen sind es daher auch gewesen, welche für die Untersuchungsmethoden der „physiologischen Zeit“, wie man das Intervall zwischen Reiz und Reaktion nannte, die leitenden allgemeinen Grundsätze geliefert haben. Dagegen gestaltete sich die Technik der Versuche im Einzelnen außerordentlich verschieden. Die Aufgabe war hier offenbar eine doppelte. Es kam nämlich darauf an, einmal den Eintritt des Reizes und den Moment der Willensbewegung objektiv möglichst genau zu fixiren, dann aber den Zeitraum zwischen diesen beiden Punkten exakt zu bestimmen. Zur Lösung der erstern Aufgabe hat man sich allgemein der elektrischen Auslösungs- und

Uebertragungsvorrichtungen bedient, deren Zeitverlust im Vergleich zu den hier gemessenen Größen vernachlässigt werden darf. Weit größer sind jedoch die Schwierigkeiten der Zeitmessung. Die ursprünglichste Methode war diejenige, dass durch ein Uhrwerk sich kleine Zeitteilchen parallel mit den Registrirungen des Beobachters auf einem fortlaufenden Papierstreifen in regelmäßigen Intervallen markirten. An die Stelle dieses Verfahrens wurde von den Physiologen meistens die Zeitmessung linearer, auf rotirenden Trommeln sich aufzeichnender Marken in Anwendung gezogen, indem man die verflossene Zeit aus der Länge jener Linien und der konstatirten Rotationsgeschwindigkeit berechnete. Die vollkommenste Methode der Zeitbestimmung ist indess jedenfalls diejenige mit Hilfe einer Stimmgabel von bekannter Schwingungszahl. Die Schwingungen derselben können sich dann entweder neben den Registrirmarken aufzeichnen, wie bei dem Wundt'schen physiologischen Chronoscope, oder aber sie können zur Regulirung eines Uhrwerks dienen, wie das bei dem Hipp'schen Chronoscope der Fall ist. Als Reize sind für das Auge das Licht elektrischer Funken oder Geissler'scher Röhren, sowie direkte Durchströmung der Retina; für das Ohr Glockenschläge, Fallgeräusche, das Knistern von Induktionsfunken; für den Hautsinn elektrische Schläge und leise Tasteindrücke; für den Geschmack eine Anzahl von intensiv schmeckenden Stoffen hauptsächlich in Verwendung gekommen. Auf die genauere, sehr detaillirt ausgebildete Technik aller dieser Untersuchungen können wir indess hier nicht eingehen, sondern müssen in dieser Hinsicht auf die einschlägigen Originalarbeiten verweisen.

Wenn wir absehen von den bereits erwähnten Helmholtz'schen Versuchen, so war der Neuenburger Astronom Hirsch der erste, welcher im Jahre 1861 die individuelle Beobachtungsverspätung für plötzliche Reize genauer untersuchte. Hatte er dabei hauptsächlich das Interesse, eine Korrektion astronomischer Beobachtungen herbeizuführen, so war es seinen literarischen Nachfolgern Schelske, Kohlrausch, Hankel, Wittich wesentlich darum zu tun, Aufschlüsse über die Geschwindigkeit der Nervenleitung zu erhalten. Dieses Ziel suchten dieselben dadurch zu erreichen, dass sie die Prüfungsreize entweder bei gleicher Reaktionsbewegung an zwei vom Gehirn verschieden weit entfernten Stellen applicirten oder aber bei gleichem Angriffspunkte des Reizes verschiedene Reaktionsbewegungen ausführen ließen. Im erstern Falle ließ sich aus der Entfernung der gereizten Stellen von einander und der Differenz der gewonnenen physiologischen Zeiten die Leitungsgeschwindigkeit im sensiblen, im letztern Falle auf analoge Weise diejenigen im motorischen Nerven berechnen. Die hierbei gewonnenen Resultate litten indess an einer sehr großen Unsicherheit, da die bei der Berechnung als konstant vorausgesetzte Größe, nämlich die Dauer der psychischen Vorgänge

in Wirklichkeit ziemlich beträchtliche und für die Richtigkeit jenes Kalkuls äußerst störende Schwankungen zeigte. Aus diesem Grunde wandte man sich auch später ganz von dieser Methode ab, als Helmholtz 1867 einen neuen Weg zur Bestimmung der Leitungsgeschwindigkeit wenigstens in den motorischen Nerven des Menschen eröffnet hatte.

Um so fruchtbarer sollte die Untersuchung der physiologischen Zeit für die psychologische Forschung werden. Waren es doch gerade jene für den Physiologen so hinderlichen Schwankungen, welche ein eminentes psychologisches Interesse in Anspruch nehmen durften. Von dieser Seite traten dem Gegenstande zuerst Donders, sein Schüler De Jaager und Wundt näher. Eine größere systematische Bearbeitung des ganzen Problems der persönlichen Gleichung in seinen verschiedenen Richtungen gab 1873 Exner[1]). Bei der Frage nach der physiologischen Zeit ging derselbe vorzugsweise auf die Abgrenzung der psychischen von den physiologischen Bestandteilen ein, indem er diese letztern durch genaue Zerlegung und Messung zu bestimmen und somit zu eliminiren suchte. Derselbe Forscher brachte 1879 eine zusammenfassende Uebersicht über den Stand der Frage in dem Hermann'schen Handbuch der Physiologie (Bd. II, 2, S. 262 ff.). Auf der andern Seite war es Wundt, der in den beiden Auflagen seines großen Werkes über Physiologische Psychologie 1874 und 1880 gestützt auf zahlreiche Untersuchungen, zuerst eine eingehende Analyse der psychophysischen Seite unserer Frage vornahm[2]). Auf den von ihm und Exner fixirten Grundlagen bauten inzwischen eine ganze Anzahl von Forschern weiter, deren wir bei der speciellern Besprechung unsers Themas noch näher zu gedenken haben werden. In neuester Zeit hat man sich auch in Italien dem Studium der psychischen Zeitmessungen zugewendet. Gabriele Buccola, Assistent an der psychiatrischen Klinik in Turin hat eine größere Anzahl von Versuchen ausgeführt und jüngst in einer systematischen Uebersicht des ganzen Gegenstands darüber berichtet (Sulla misura del tempo negli atti psichici elementari, studi ed esperienze. Rivista sperimentale di freniatria e di medicina legale, anno VII, 1881, 1 p. 1—62 incl. mit 1 Tafel). Die Hauptpunkte desselben Themas sind vom gleichen Verfasser noch in einem weitern Aufsatz behandelt worden (Studi di psichologia sperimentale: I. La durata dei processi psichici elementari. Rivista di filosofia scientifica, 1881, anno I, vol. I, f. 1).

1) Experimentelle Untersuchung der einfachsten psychischen Processe. Uns interessirt hier fast ausschließlich die erste Abhandlung. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie, 1873, VII, S. 601—660.

2) In den aufgeführten Werken von Exner und Wundt ist die bis 1880 erschienene Literatur über unsern Gegenstand vollständig und genau angegeben, so dass hier wol von einer Wiederholung aller der einzelnen dort sich findenden Citate abgesehen werden darf.

Als die psychologischen Elementarphänomene sind einmal die Appercception eines Sinneseindrucks und andrerseits das Entstehen eines Willensimpulses zu betrachten. Keiner dieser Vorgänge ist in seinem zeitlichen Verlaufe einer direkten Messung zugänglich, weil im erstern Fall der Endpunkt, im zweiten aber der Anfangspunkt des psychischen Processes nicht unmittelbar registrirt werden kann und außerdem stets noch periphere physiologische Faktoren mit in Rechnung gezogen werden müssen. Man ist daher genötigt, zum Ausgangspunkt der Zeitmessungen einen Vorgang zu wählen, der jene beiden Elementarphänomene in möglichst direkter Verbindung mit einander enthält. Ein solcher Akt ist die Reaktion auf einen Sinneseindruck durch eine willkürliche Bewegung. Nennt man die Dauer dieses Vorgangs mit Exner die Reaktionszeit des Individuums, so wird man dort, wo die Versuchsanordnung die denkbar einfachste ist, wo auf einen elementaren bekannten Reiz mit einer möglichst leicht auszuführenden, vorher verabredeten Bewegung geantwortet wird, von einer einfachen Reaktionszeit sprechen können. Der hier stattfindende Process ist das Grundschema, auf welches sich am letzten Ende alle psychischen Processe zurückführen lassen, und die einfache Reaktionszeit repräsentirt daher die Minimalzeit, welche ein Reizanstoß braucht, um überhaupt durch Vermittlung des Bewusstseins die Auslösung einer Bewegung zu veranlassen. Die Dauer derselben schwankt, wie durch die ziemlich übereinstimmenden Angaben der Untersucher dargetan wird, ungefähr zwischen 0,1 und 0,2 Sekunden.

Indess diese allgemeine Zeitbestimmung hat zunächst für die Physiologie einen sehr geringen Wert, da in derselben nicht nur die Dauer der psychophysischen, sondern auch diejenige der physiologischen Processe mit inbegriffen ist. Eine Analyse des einfachen Reaktionsvorgangs lässt nämlich drei Stadien desselben erkennen, von denen das erste und letzte, dasjenige der centripetalen und das der centrifugalen Leitung, rein auf physiologischem Gebiete sich abspielen, während das mittlere psychophysische Stadium untrennbar zwischen jenen beiden eingeschlossen liegt. Jedes dieser Stadien zeigt nun aber noch verschiedene Unterabschnitte, so dass sich demnach der ganze Akt aus folgenden Momenten zusammensetzt:

1) Das Stadium der centripetalen Leitung beginnt mit der Einwirkung des Reizes auf das Sinnesorgan und schließt mit dem Augenblick, in welchem die Empfindung die Schwelle des Bewusstseins überschreitet. Dasselbe umfasst demnach die Erregung der peripheren Nervenendapparate, die Leitung im Sinnesnerven und (beim Tastsinn) im Rückenmark, die Leitung im Gehirn bis zum Centralorgan unsers Bewusstseins und das Anwachsen der Erregung daselbst bis zum Entstehen einer Sinnesempfindung.

2) Mit diesem letzten Akte, dessen Dauer Wundt als Perceptions-

zeit bezeichnet hat, beginnt gleichzeitig das Stadium der psychophysischen Vorgänge: die in das Blickfeld des Bewusstseins gehobene Empfindung wird von der Aufmerksamkeit erfasst (Appercepționszeit) und führt zur Apperception einer Bewegungsvorstellung (Willenszeit). Ist dieser letztere Akt bereits früher vor sich gegangen, wie wir das wol bei der regelmäßigen Ausführung der gleichen verabredeten Bewegung, also bei der besprochenen „einfachen Reaktion" meist voraussetzen dürfen, so fällt die Willenszeit natürlich ganz fort.

3) Parallel mit der Apperception der Bewegungsvorstellung geht das Anwachsen der centralen motorischen Erregung, welches zugleich den Anfang des centrifugalen Stadiums bedeutet. Ist eine gewisse Intensität dieses Erregungszustandes erreicht, so pflanzt sich derselbe durch das Gehirn und eventuell auch das Rückenmark bis in die Muskelnerven hinein fort, um dann nach dem Stadium der latenten Reizung die Contraction des Muskels herbeizuführen, welche den Lauf der Erscheinungen abschließt.

Von allen den vielen Bestandteilen des complicirten Vorgangs, den wir hier theoretisch analysirt haben, ist nur der letzte kleine Abschnitt, die Leitung im motorischen Nerven und die Muskelzuckung am Menschen isolirt den Zeitmessungen zugänglich. Alle übrigen Componenten sind untrennbar an einander gekettet, so dass sich bisher jede gesonderte Maßbestimmung derselben als unausführbar erwiesen hat. Gleichwol hat Exner den Versuch gemacht, wenigstens auf indirektem Wege, durch Rechnung eine ungefähre Vorstellung von der Dauer der drei Stadien, und namentlich des mittlern, zu erlangen. Es liegt indess außerhalb unsrer Ausgabe, hier auf das Detail der von ihm zu diesem Zwecke gemachten Annahmen und Berechnungen näher einzugehen. Am Ende seiner scharfsinnigen Analyse kommt Exner zu dem Resultat, dass von seiner eigenen, auf 0,1337″ bestimmten Reaktionszeit nach Abzug der für die Dauer der rein physiologischen Vorgänge berechneten Werte noch 0,0828″ übrig bleiben, die demnach als das Zeitmaß der psychophysischen Processe anzusehen wären. Diese letztere Größe hat Exner daher die reducirte Reaktionszeit genannt. Allerdings lässt sich nicht in Abrede stellen, dass Exner's Kalkul, wie natürlich, noch an manchen Unsicherheiten und Willkürlichkeiten leidet, dennoch aber dürfte durch denselben die Tatsache erwiesen werden, dass schon bei der einfachen Reaktionszeit der größte Teil der ganzen Dauer durch das mittlere Stadium derselben in Anspruch genommen wird. Bei diesem allgemeinen Ergebnisse sehen wir uns jedoch genötigt, einstweilen stehen zu bleiben. Dagegen entsteht die Frage, ob sich bei der Unmöglichkeit eines isolirten Studiums der reducirten Reaktionszeit nicht ein Weg auffinden lässt, der wenigstens in großen Zügen ihre Schwankungen unserer Messung zugänglich macht. In der Tat ist dieser Weg durch die Ueberlegung gegeben, dass wir in der einfachen Re-

aktionszeit die physiologischen Componenten wegen ihrer relativ kurzen Dauer sowie der Gleichmäßigkeit ihres Ablaufes im Allgemeinen als konstant ansehen können. Unter diesen Voraussetzungen würden demnach die Schwankungen der einfachen Reaktionszeit wesentlich als Ausdruck derjenigen der reducirten und diesen letztern annähernd parallel gehend aufgefasst werden dürfen. Wir sind ja überhaupt daran gewöhnt, bei dem Ablaufe einfacher physiologischer Vorgänge eine gewisse gesetzmäßige Constanz in der Funktionsgeschwindigkeit konstatiren zu können, während auf dem dunklen Gebiete der psychophysischen Processe außerordentlich leicht und häufig Zustandsveränderungen zur Entwicklung gelangen, welche verzögernd oder beschleunigend auf den Verlauf derselben einzuwirken im Stande sind. Gerade das Studium jener Schwankungen ist es daher, von dem wir Aufschlüsse über die zeitlichen Verhältnisse des psychophysischen Geschehens erwarten dürfen.

Um jedoch in das tiefere Verständniss des hier herrschenden complicirten Causalnexus einzudringen, erscheint es vor Allem notwendig, die verschiedenen Momente, von denen die Dauer der Reaktionszeit abhängig ist, in ihrer besondern Wirkungsweise kennen zu lernen. Nur so kann es gelingen, das kombinirte Ineinandergreifen derselben in seine einzelnen Componenten aufzulösen und die Präsumption der Gesetzmäßigkeit alles Geschehens auch auf unserm Gebiete zwingend zu erweisen. Unter diesem Gesichtspunkte lassen sich ganz allgemein zwei große Gruppen von Faktoren auseinanderhalten, sofern dieselben nämlich entweder in der Beschaffenheit des einwirkenden Reizes oder aber in der besondern Organisation des untersuchten Individuums und seiner reizaufnehmenden Organe gelegen sind. Die Bedeutung dieser beiden Gruppen von Momenten für die Dauer der Reaktionszeit lässt sich innerhalb gewisser Grenzen dadurch feststellen, dass man unter möglichster Gleichförmigkeit allen sonstigen Versuchsbedingungen einmal nur die Beschaffenheit der Reize variirt und andrerseits gleichbleibende Reize auf verschiedene Sinnesorgane in verschiedener Weise, auf die gleichen Individuen unter verschiedenen Verhältnissen oder auf verschiedene Individuen einwirken lässt. —

Was zunächst den Einfluss der Reize anbetrifft, so machte schon Hirsch die Beobachtung, dass sich die Reaktionszeit für einen elektrischen Hautreiz durch Abschwächung des Stromes von 0,1733″ auf 0,1911″ verlängerte. Wittich sah dieselbe von 0,172″ auf 0,154″ sinken, als er den gleichen elektrischen Funken zuerst in einem hellen und dann in einem dunklen Zimmer beobachtete. Umgekehrt konnte Exner mit steigender Funkenlänge von 0,5 mm. auf 7 mm. eine Verkürzung der Reaktionszeit von 0,1581″ auf 0,1229″ nachweisen. Ganz ähnliche Versuche stellte Buccola an, indem er die Reaktionszeit für einen Funken von 3 mm. Länge mit derjenigen einer erleuchteten

Geissler'schen Röhre verglich. Bei den vier von ihm untersuchten Personen stellte sich im zweiten Falle konstant eine Verkürzung der Reaktionszeit von im Mittel 0,013″—0,03″ heraus. Für die elektrische Reizung der Haut und Schleimhaut wurde die gleiche Beziehung zwischen Intensität des Stromes und Reaktionsdauer durch Kries und Auerbach, durch Vintschgau und Hönigschmied und durch Buccola nachgewiesen, welcher letztere die Gültigkeit des gefundenen Gesetzes auch bei Idioten und Blödsinnigen konstatirte. Ueber den Einfluss der Intensität des Schalles endlich besitzen wir zwei Versuchsreihen von Wundt. Als Reiz diente ihm einmal ein Fallhammer, das andere Mal eine Kugel von verschiedener Fallhöhe. Abgesehen von einigen kleinen Unregelmäßigkeiten zeigte sich auch hier eine dem Anwachsen der Schallstärken parallel gehende Abnahme der Reaktionszeiten. Es darf demnach, wenigstens für die bisher untersuchten Sinnesgebiete als feststehendes Gesetz gelten, dass die Reaktionsdauer unter sonst gleichen Verhältnissen mit Zunahme der Reizintensität abnimmt. Dabei ist indess zu beachten, dass diese Beziehung sich bei sehr bedeutender Stärke der Sinneseindrücke wieder umkehrt. Die Reaktionsdauer nimmt zwar in der Nähe der Reizschwelle mit steigender Intensität rasch, dann langsam ab; in der Nähe der Reizhöhe aber macht sich eine Zunahme derselben geltend, indem bei jedem Eindrucke hier ein mehr oder ein weniger heftiges Erschrecken eintritt, welches, wenigstens nach Wundt's Erfahrung[1]), regelmäßig eine Verlängerung der Reaktionszeit zur Folge hat. —

Es handelt sich nun darum, ob und in welcher Weise die drei Stadien des Reaktionsvorganges an den geschilderten Schwankungen teilnehmen. Man darf nämlich nach Maßgabe bekannter nervenphysiologischer Tatsachen zunächst erwarten, dass die Leitung stärkerer Eindrücke rascher vor sich gehe, als diejenige schwacher. Indess würde die Beschleunigung der Leitung in jedem Falle für sich noch lange nicht genügen, um die Größe der wirklich beobachteten Unterschiede zu erklären. Vielmehr wird dennoch die Hauptursache dieser letztern in dem raschern oder langsamern Ablaufe der psychophysischen Vorgänge zu suchen sein. Für diese Annahme spricht noch ein weiterer Umstand, den wir bisher nicht berührt haben. In gleichem Maße, wie die absolute Länge der Reaktionsdauer nimmt nämlich nach den übereinstimmenden Angaben aller Beobachter die Größe der Schwankungen zwischen den einzelnen erhaltenen Zahlen ab. Während bei schwachen Reizen die Reaktionswerte unter einander

1) Exner war bei seinen Versuchen zu dem entgegengesetzten Resultate gekommen, dass nämlich beim „Zusammenfahren" des Beobachters die Reaktion beschleunigter vor sich gehe. Wundt spricht dem gegenüber die Ansicht aus, dass Exner vielleicht noch nicht mit den intensivsten, Erschrecken hervorrufenden Reizen operirt habe.

innerhalb ziemlich weiter Grenzen zu differiren pflegen, fallen dieselben mit wachsender Intensität des Sinneseindrucks immer enger zusammen, indem sie sich offenbar insgesamt dem Reaktionsminimum annähern. Dieses Verhalten lässt sich wol schwerlich anders als aus einem prompteren Vonstattengehen der psychologischen Processe erklären. Welche Momente derselben hiebei speciell in Frage kommen, lässt sich nicht mit Sicherheit feststellen, doch ist es nach Wundt's Ansicht wahrscheinlich, dass namentlich die kürzere oder längere Dauer der Willenszeit hier in Betracht gezogen werden müsse. Er stützt sich dabei auf die Selbstbeobachtung, dass man bei schwachen, in der Nähe des Schwellenwertes liegenden Reizen deutlich die Apperception und die willkürliche Bewegung als zwei successive Akte auffasse, während bei gespannter Aufmerksamkeit auf starke Eindrücke nach dem subjektiven Gefühle momentan reagirt werde.

Außer der Intensität spielt in zweiter Linie auch die Qualität des Reizes eine gewisse Rolle. Die gesonderte Untersuchung dieses Faktors bei völliger Gleichheit aller übrigen Versuchsbedingungen ist allerdings bisher noch nicht in wünschenswerter Weise möglich gewesen. Auf zwei Sinnesgebieten hat man zwar neben einander verschiedene Reizqualitäten in Anwendung gezogen, doch hat die Schwierigkeit, bei diesem Vorgehen Ungleichheiten in der Intensität auszuschalten, dabei nicht überwunden werden können, so dass also den gewonnenen Resultaten immerhin nur ein relativer Wert zugeschrieben werden darf. So fand Wittich die Reaktionszeit für das Sehen eines Funkens 0,186", dagegen für die elektrische Reizung des Bulbus nur 0,162". Exner, der nach ihm die gleichen Versuche anstellte, beobachtete ebenfalls eine geringere Reaktionsdauer für die unmittelbare Durchströmung des Sehnerven, als für die Reizung durch einen Gesichtseindruck. Beide Forscher haben indess bereits auf das Trügerische einer direkten Vergleichung der gefundenen Zahlen aufmerksam gemacht. Ist doch in beiden Fällen sowol die Intensität des Reizes, wie die Anzahl der gereizten Nervenfasern wahrscheinlich eine außerordentlich verschiedene. Aehnliche Schwierigkeiten machen sich bei der Vergleichung der Reaktionszeiten für Tastreize und elektrische Hautreize geltend. Versuche dieser Art sind erst in neuester Zeit, und zwar von Wundt, Vintschgau und Hönigschmied, sowie von Buccola durchgeführt worden, nachdem Exner dieselben wegen mangelnder Uebereinstimmung der Resultate aufgegeben hatte. Wundt fand die Reaktionszeit für elektrische Reize kürzer als für Tasteindrücke. Vintschgau und Hönigschmied wiesen specieller nach, dass das Verhältniss Beider zu einander sich in naher Abhängigkeit von der sehr variablen Intensität der elektrischen Reize befindet. Im Allgemeinen kamen sie allerdings dabei zu dem Resultate, dass auf leise Tastreize stets schneller, als auf schwache und meist etwas langsamer, als auf starke elektrische Reize reagirt wird. Dieses

sowol für die äußere Haut, wie für die Zungenschleimhaut festgestellte Ergebniss konnte von Buccola auf Grund eigener Beobachtungen bestens bestätigt werden. Er erhielt nämlich an drei untersuchten Personen folgende Zahlen:

	Berührung mit einem Pinsel	Schwacher elektr. Reiz	Starker elektr. Reiz
T.	0,118	0,143	0,129
L.	0,136	0,148	0,126
Tr.	0,145	0,167	0,143

Wie auch aus dieser Tabelle hervorgeht, scheint demnach die Wirkung eines Tastreizes derjenigen eines ziemlich starken elektrischen Reizes ungefähr gleichwertig zu sein.

Weit wichtiger, als die Intensität und Qualität des einwirkenden Reizes sind für die Dauer der Reaktionszeit diejenigen Momente, welche in dem untersuchten Organismus liegen. Wir können hier im Allgemeinen zwei Kategorien derselben unterscheiden, die sich aus der früher ausgeführten Analyse des Reaktionsvorganges ergeben und sich als physiologische und als psychophysische Disposition auseinanderhalten lassen. Unter diesen Benennungen fassen wir alle diejenigen Einflüsse zusammen, welche einmal in den Sinnesorganen und den Leitungsbahnen, andrerseits aber im Centralorgane unsres Bewusstseins auf die Reaktionsdauer bestimmend resp. verändernd einzuwirken im Stande sind. Die ersten Stationen, welche der von außen kommende Reiz zu passiren hat, sind die peripheren Sinnesflächen. Wie sich aus den zahlreichen Versuchen der verschiedensten Forscher übereinstimmend ergeben hat, zeigen die für die einzelnen Sinnesorgane gefundenen Reaktionszeiten charakteristische Differenzen, von deren Verhalten die angeführte Tabelle ein ungefähres Bild geben wird. Für die drei Hauptsinne stellten sich nämlich bisher folgende Zahlen heraus:

Beobachter	Lichtreiz	Schallreiz	Elektr. Hautreiz
Hirsch	0,200	0,149	0,182
Hankel	0,2057	0,1505	0,1548
Donders	0,188	0,180	0,154 (Nacken)
Wittich	0,186	0,182	0,130 (Stirn)
Wundt	0,222	0,167	0,201
Exner	0,1506	0,1360	0,1337
Kries	0,193	0,120	0,117
Auerbach	0,191	0,122	0,146
Buccola I.	0,168	0,115	0,141
„ II.	0,151	0,119	0,129
„ III.	0,172	0,131	0,152

Aus dieser Uebersicht ergibt sich zunächst, dass die Reaktion auf einen Lichtreiz durchgängig die längste Zeit in Anspruch nimmt, während das Verhältniss zwischen Gefühls- und Schalleindrücken zu

variiren scheint. Ueber die Ursache dieser Unterschiede sind natürlich verschiedene Ansichten möglich, je nachdem man dieselbe nämlich in dieses oder in jenes Stadium des Reaktionsvorganges verlegt. Wir wollen diese Möglichkeiten nach einander besprechen.

Zunächst ist es denkbar, dass in der verschiedenartigen Organisation und Funktionsweise der peripheren Sinnesorgane selber Momente liegen, die für die Schnelligkeit, mit der dieselben passirt werden, nicht ohne Bedeutung sind, ein Gedanke, der zuerst von Wittich ausgesprochen worden ist. In neuerer Zeit haben Kries und Auerbach namentlich für den Gesichtssinn im Hinblick auf die chemischen Vorgänge in der Netzhaut eine längere Latenzzeit des Reizes in diesem Organe angenommen, und auch Buccola neigt sich der Ansicht zu, dass bei den mechanischen Sinnen (Gehör und Hautsinn) eine direktere und darum raschere Uebertragung des Reizes auf die Leitungsbahnen stattfinde, als bei den chemischen Sinnen (Gesicht, Geschmack, Geruch). Der vorwurfsfreie Nachweis einer an der Peripherie stattfindenden Verzögerung bei diesen letztern hat indess noch nicht geliefert werden können, und es ist daher die Möglichkeit offen zu halten, dass die Zeit, welche für die Umwandlung der Reize in Nervenerregung erfordert wird, für alle Sinne gleich oder doch für einzelne derselben nur um so minimale Grössen länger ist, dass dieselben für die Bestimmung der Reaktionszeiten nicht mehr in Betracht kommen. Nur eine Tatsache ist es bisher, die man etwa in entgegengesetzter Richtung würde verwerten können, nämlich die von Kries und Auerbach gemachte Beobachtung, dass die Reaktionszeit für Geräusche kürzer ist, als für Töne und dass sie bei diesen letztern mit der Höhe des Tones abnimmt. Diese Erfahrung wird, wie es scheint mit Recht, darauf bezogen, dass zum Zustandekommen eines Tones eine gewisse Anzahl von Schwingungen im peripheren Sinnesorgane stattgefunden haben müssen, während das Geräusch bereits vom ersten Augenblicke an als solches charakterisirt ist. Jene Anzahl von Schwingungen wurde von Kries und Auerbach auf etwa 9—10 berechnet. Nimmt man nun mit jenen beiden Forschern wie mit Buccola an, dass bei der Tonwahrnehmung erst nach 9—10 Schwingungen überhaupt jene Erregung der Endigungen des Acusticus zu Stande komme, die beim Geräusche sofort eintritt, so versetzt man damit natürlich die im erstern Falle sich herausstellende Reaktionsverzögerung an die Peripherie. Es wäre indess auch denkbar, dass die dem Centralorgane sogleich zugeleitete Erregung nur wegen ihrer anfänglichen geringen Intensität erst dann zur Apperception gelangte, wenn sie zur Entstehung einer Tonempfindung geführt hätte. Vor der Hand dürfte diese Frage daher noch als eine offene gelten. —

Namentlich die absolute Größe der zwischen den einzelnen Sinnen bestehenden Differenzen in der Reaktionszeit ist es, welche gegen die ausschließliche Erklärung derselben aus einer verschiedenen Dauer

der latenten Sinnesreizung spricht. Aus demselben Grunde ist es unwahrscheinlich, dass etwa Unterschiede in der Leitungsgeschwindigkeit der in Frage kommenden Nerven denselben zu Grunde liegen, zumal eine derartige Annahme durch keinerlei sonstige Beobachtungen gestützt wird. Vielmehr werden wir durch die vorliegenden Tatsachen entschieden auf die Existenz central lokalisirter Momente hingewiesen, denen die beobachteten Differenzen zuzuschreiben wären. Berücksichtigt man dabei die relative Länge der einzelnen peripheren Leitungsbahnen, so würde sich ergeben, dass durch jene hypothetischen Einflüsse ceteris paribus die Gesichtseindrücke am meisten und die Gefühlseindrücke wahrscheinlich am wenigsten in ihrem centralen Verlaufe verzögert werden. Eine nähere Deutung dieser Erscheinung hat in der neuesten Zeit Wundt zu geben versucht. Er spricht nämlich die Ansicht aus, dass jene Differenzen in der Reaktionszeit abhängig seien von der verschiedenen Intensität des Erregungszustandes, in den das Centralorgan des Bewusstseins durch die einzelnen Sinnesreize versetzt werde. Wir haben ja bekanntlich kein objectives Maß, um die physiologische Valenz verschiedener Reize, d. h. die Intensität der durch sie hervorgerufenen Sinnesempfindungen, mit einander zu vergleichen, und es könnte daher wol der Fall sein, dass die Länge der Reaktionszeit gerade zu diesem Faktor in Beziehung stände. Um indess den Beweis für diese Annahme zu erbringen, würde man zu untersuchen haben, ob die Verschiedenheiten in den Reaktionszeiten auch noch fortbestehen, wenn man die Reize so wählt, dass sie in den einzelnen Sinnesgebieten mit gleicher Stärke auf das Bewusstsein einwirken. Diese Versuchsbedingung ist aber nur in einem einzigen Falle realisirbar, dann nämlich, wenn die Intensität der hervorgerufenen Empfindungen eine minimale ist, also genau bei dem Schwellenwerte aller Reize. Von dieser Ueberlegung ausgehend, hat Wundt einige Versuchsreihen mit ganz schwachen, gerade nur die Reizschwelle erreichenden Reizen angestellt. Es ergab sich das in den folgenden Zahlen ausgedrückte interessante Resultat:

Schallreiz	im	Mittel	0,337
Lichtreiz	„	„	0,331
Tastreiz	„	„	0,327.

Dabei waren, wie wir das schon früher bei Besprechung des Einflusses der Reizintensität erwähnt hatten, die Schwankungen zwischen den einzelnen Beobachtungen relativ groß. Auch die absoluten Werte sind natürlich weit höher, als diejenigen für stärkere Eindrücke, aber dieselben zeigen eine höchst auffallende Uebereinstimmung für die verschiedenen Sinnesorgane. Durch dieses Ergebniss gewinnt die oben aufgestellte Vermutung, dass die für gewöhnlich sich herausstellenden Differenzen ihre wesentliche Ursache in der verschiedenen physiologischen Intensität der specifischen Sinnesreize haben, eine große Wahrscheinlichkeit. Allerdings bleibt es fraglich, durch welche Mo-

mente im Einzelnen die Größe des genannten Faktors bestimmt wird, ob die besondere physikalische oder chemische Wirkungsweise des Reizes, ob der Bau und die Funktionirung unserer Sinnesorgane, oder ob endlich die specielle Disposition der centralen Sinnesflächen oder unseres Bewusstseins für die Intensität der Empfindungen maßgebend sind, die von den verschiedenen Sinnesreizen hervorgerufen werden. Möglich oder sogar wahrscheinlich ist es, dass dieses psychophysische Resultat dem Zusammenwirken verschiedener Ursachen seine Entstehung verdankt.

Außer der Hypothese zeitlicher Differenzen in der latenten Sinnesreizung oder derjenigen einer verschiedenen physiologischen Intensität der Eindrücke auf den einzelnen Sinnesgebieten kann nun aber vielleicht noch ein dritter Punkt zur Erklärung der Unterschiede in der Reaktionsdauer herbeigezogen werden. Schon Wittich wies nämlich auf die Möglichkeit hin, dass die kurze Reaktionszeit für Tastreize von einer unmittelbarern Verbindung der Centren für die Haut- und Muskelnerven abhängig sein könne, während die Erregungszustände der höhern Sinne sich etwa erst durch Umwege auf die motorischen Bahnen übertrügen. Diese Ansicht ist zwar bisher von keiner Seite wieder aufgenommen worden, dürfte aber dennoch einer weitern Prüfung nicht unwert sein, zumal sie durch die neuern Untersuchungen über die Lokalisation in der Hirnrinde immerhin einige Stütze gewonnen hat. Beachtet man nämlich, dass, wie es scheint, die centrale Sehsphäre in der Rinde des Hinterhirns, die Hörsphäre im Schläfenlappen und das Centralorgan des Hautsinnes im Vorderhirn, also den bei der Reaktion mit der Hand funktionirenden motorischen Centren am nächsten gelegen ist, so ergibt sich, dass die Länge der centralen Leitungen für die Uebertragung der Erregung von den sensorischen auf das motorische Centrum der betreffenden Extremitätenmuskeln in geradem Verhältnisse zu der Reaktionsdauer für die einzelnen Sinnesgebiete steht. Dieses Verhältniss ändert sich auch nicht, wenn man jene Uebertragung nicht direkt, sondern durch Vermittlung eines eigenen, im Stirnhirn lokalisirten Appercepționsorganes sich vollziehend denkt. Die hypothetischen, durch die verschiedene Länge der centralen Leitung bedingten Zeitdifferenzen würden im erstern Falle auf die Willenszeit, im letztern auf die Appercepționszeit entfallen. Bei dieser ganzen Erwägung darf indess nicht unerwähnt bleiben, dass dieselbe nur dann für die Erklärung der konstatirten Reaktionsdifferenzen von Wert sein kann, wenn die Leitung im Gehirn, etwa wegen vielfacher Interposition von grauer Substanz, sehr langsam angenommen wird. Nur dann nämlich werden die aus der verschiedenen Länge der Bahnen resultirenden Zeitunterschiede groß genug sein, um die gewöhnlichen Fehlergrenzen der Beobachtung zu überschreiten. So wäre es z. B. denkbar, dass bei der absoluten Größe der von Wundt für die Reizschwelle gefundenen

Reaktionswerte und den starken Schwankungen derselben der Einfluss des hier besprochenen Momentes sich verwischen könnte, während er bei kleinern und besser mit einander übereinstimmenden Zahlen sich dennoch geltend machte. Sache späterer Untersuchungen wird es sein, die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Ueberlegungen nachzuweisen.

Speciell im Hinblicke auf die kurze Reaktionszeit des Hautsinns sei es schließlich gestattet, hier noch kurz auf einen weitern Umstand hinzuweisen. Bei dem Vorgange der einfachen Reaktion folgt, wenn wir uns der Ausdrucksweise Wundt's bedienen, auf die Erfassung des Sinneseindrucks durch die Aufmerksamkeit direkt die Apperception einer Bewegungsvorstellung. Da nun aber die Elemente dieser letztern zum nicht geringen Teile gerade durch den Hautsinn geliefert werden, so dürfen wir wol nicht ohne Grund an eine innigere und gangbarere centrale Verknüpfung der Hautsensationen mit den Bewegungsvorstellungen und also an einen raschern Ablauf der zwischen den betreffenden Centren kursirenden Erregungswellen denken. Diese Annahme könnte vielleicht zur Erklärung der selbst für die Reizschwelle bestehenden geringern (und zugleich konstantern) Reaktionszeit des Hautsinnes verwertet werden, da hier gerade die Länge der Willenszeit nicht ohne Bedeutung sein dürfte. Wir wissen ja ohnedies, dass die Eindrücke der Contactsinne mit ihrer lebhaften Gefühlsbetonung leichter und unmittelbarer zu motorischen Reaktionen zu führen pflegen, als die vorwiegend zur Vorstellungsbildung das Material liefernden Gesichts- und Gehörswahrnehmungen.

Leider erscheinen die Schwierigkeiten einer genauen Bestimmung der Reaktionszeit für die beiden andern „chemischen" Contactsinne fast unüberwindlich, da es wegen der besondern Organisation der Endapparate bisher unmöglich ist, den eigentlichen Moment der Einwirkung des Reizes exakt zu konstatiren. In die Reaktionsdauer geht hier untrennbar die Zeit mit ein, welche durch die Diffusion der riechenden oder schmeckenden Substanz und das Vordringen derselben bis zu den Nervenenden in Anspruch genommen wird. Die durch das Experiment gefundenen Werte müssen daher vom Standpunkte theoretischer Analyse als um jenes genannte Intervall zu groß betrachtet werden. Für den Geruch liegen noch gar keine Angaben vor, dagegen ist die Reaktionszeit einiger Geschmacksempfindungen von Vintschgau und Hönigschmied unter glücklicher Ueberwindung der entgegenstehenden technischen Schwierigkeiten bestimmt worden. Es stellte sich heraus, dass die Reaktionsdauer hier einmal durchschnittlich höhere Werte besitzt, als bei den übrigen Sinnen, dann aber auch sehr große individuelle Verschiedenheiten erkennen lässt. Die erstere Tatsache dürfte wesentlich auf die oben besprochenen Schwierigkeiten zurückzuführen sein, während die letztere sehr gut mit der leicht zu machenden Erfahrung übereinstimmt, dass auch die Unter-

scheidungsfähigkeit für Geschmackseindrücke bei herausgestreckter Zunge eine sehr verschieden ausgebildete und namentlich bei Rauchern äußerst geringe zu sein pflegt. Sehr wichtig ist das von jenen beiden Forschern erhaltene Resultat, dass die Reaktionszeit hier nach der Qualität des Reizes konstante Variationen zeigt. Sie fanden z. B. bei einer ihrer Versuchspersonen für verschiedene Geschmackseindrücke im Mittel folgende Werte:

Chlornatrium	0,1598
Zucker	0,1639
Säure	0,1676
Chinin	0,2351

Die gleiche Reihenfolge konnte in einem andern Falle konstatirt werden.

Angesichts dieser Ergebnisse entsteht die Frage, ob man es hier mit peripher oder mit central bedingten Unterschieden zu tun habe. Durch die weiter angestellten Versuche wurde dieselbe im erstern Sinne beantwortet. Bei einer Prüfung der verschiedenen Zungenregionen ergab sich nämlich, dass im Gegensatze zu den aufgeführten, an der Spitze erhaltenen Resultaten am Zungengrunde auf die verschiedenen angewandten Substanzen mit gleicher Schnelligkeit reagirt wurde und somit namentlich die Reaktionszeit auf Chinin sich bedeutend verkürzte. Als die Ursache dieser Differenzen ist demnach höchst wahrscheinlich die verschiedene Verteilung der Endorgane für die einzelnen Geschmackseindrücke zu betrachten, eine Erklärung, die ja auch mit unsern sonstigen anatomischen und physiologischen Erfahrungen durchaus im Einklange steht.

Die hier erwähnten Untersuchungen über die Reaktionszeit für Geschmacksreize gaben dazu Veranlassung, dass Vintschgau und Hönigschmied auch das Verhalten der Zunge gegenüber einfachen Tasteindrücken näher prüften. Dabei zeigte sich, dass einerseits die Reaktionsdauer bedeutend kürzer war, als für schmeckende Substanzen, dass dieselbe aber zugleich bei verschiedener Lokalisation des Reizes von der Spitze nach dem Grunde hin eine deutliche Zunahme erkennen ließ. Diese Erscheinung wurde von ihnen mit der verschiedenen Schärfe des Ortsinnes an den einzelnen gereizten Stellen in Verbindung gebracht. Vintschgau, der in einer spätern Arbeit (Die physiologische Reaktionszeit und der Ortsinn der Haut, Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie, XXII, 1880, p. 87 ff.) diese Beziehungen noch näher verfolgte, fand z. B. bei dem gleichen Individuum folgende Reaktionswerte: Zungenspitze 0,1271, mittlerer Teil der Zunge 0,1302, Zungengrund 0,1462.

Ganz ähnliche, offenbar von der Lokalisation des Reizes abhängige Differenzen stellten sich im weitern Verfolge der auf diesen Punkt gerichteten Versuche für die Reaktionsdauer des Hautsinnes heraus. Allerdings erlaubten die ersten, von Vintschgau und Hönig-

schmied erhaltenen Beobachtungen, die wesentlich eine Vergleichung zwischen Fingerspitze und Zungenspitze zum Ziele hatten, noch keine weitergehenden Schlüsse, weil das Resultat derselben, eine größere Reaktionsgeschwindigkeit Seitens der Zunge, allenfalls auch auf die verschiedene Länge der Leitungsbahnen hätte bezogen werden können. Etwas deutlicher schon traten die Beziehungen zwischen Reaktionsdauer und Lokalisation des Reizes auf der Haut bei den Versuchen von Kries und Auerbach hervor. Dieselben fanden nämlich bei sich die Reaktionszeit für den Handrücken etwas größer, als für den Mittelfinger, obgleich man nach der Länge der Bahnen das Gegenteil hättet erwarten sollen. Indess legten sie auf diese Beobachtung kein weiteres Gewicht und erklärten dieselbe durch die verschiedene Dicke der Haut und dadurch bedingte verschiedene Intensität des gewählten Reizes. Von Hall und Kries wurden zwei Jahre später diese Untersuchungen von Neuem aufgenommen. Dieselben kamen jedoch in Bezug auf den Hautsinn nicht zu ganz konstanten Resultaten, wenn sie auch im Allgemeinen die Existenz von Differenzen in den reducirten Reaktionszeiten nach der Lokalisation des Reizes konstatiren konnten. Aehnlich schwankend und auf individuelle Verschiedenheiten hinweisend gestalteten sich die Ergebnisse von Vintschgau in der bereits citirten Arbeit. In umfassender Weise beschäftigte sich endlich in neuester Zeit Buccola mit der hier besprochenen Frage, indem er an 5 verschiedenen Personen zahlreiche Versuche nach dieser Richtung hin anstellte[1]). Die von ihm ausgewählten Reizstellen waren die Spitze des linken Mittelfingers, die dorsale und volare Fläche desselben Fingers, der Handrücken, das untere Drittel des Vorderarms, die Zungenspitze und die Stirnhaut. Abgesehen von unbedeutendern Schwankungen ergibt sich aus den von ihm mitgeteilten Tabellen ein zweifelloser, gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen der Reaktionszeit und der Schärfe der Lokalisationsfähigkeit an der Reizstelle. Am raschesten wurde von der Zungenspitze aus reagirt, demnächst von der Fingerspitze, während der Vorderarm, dann der Handrücken und die Stirn die längste Reaktionsdauer aufzuweisen hatten. Je reichlicher demnach eine Region mit Lokalzeichen ausgestattet, je schärfer die Vorstellung derselben in unserm Erinnerungsschatze entwickelt ist, schließt Buccola, desto rascher erfolgt die Reaktion auf einen daselbst applicirten Reiz. Zugleich betont derselbe Autor, dass die Ausbildung der Lokalzeichen mit der physiologischen Uebung einer Hautstelle gleichen Schritt halte. Diese Ansicht findet ihre Bestätigung in den Beobachtungen, welche Hall und Kries hinsichtlich

1) Außer in der oben erwähnten Arbeit finden sich die Resultate derselben in einem kleinen Vortrage zusammengestellt, betitelt: Sulla relazione del tempo fisiologico col senso locale cutaneo. Lettura fatta alla R. Academia di medicina, Torino 1881, 15 Seiten.

der Reaktionszeit verschiedener Netzhautpartien anstellten. Dabei ergab sich nämlich, dass dieselbe für die Macula lutea am kleinsten ist und nach allen Richtungen zunimmt. Diese Zunahme geschieht aber insofern ungleichmäßig, als der medialen und der obern Region der Retina geringere Werte zukommen, als der lateralen und untern. In der Tat sind es nun außer dem blinden Fleck gerade die medialen und obern Partien derselben, die am häufigsten und zugleich am vollkommensten funktioniren.

Das Gemeinsame aller dieser Erfahrungen auf den verschiedenen Sinnesgebieten liegt offenbar zunächst in dem Satze, dass die Reaktionszeit um so kürzer ausfällt, je empfindlicher die Angriffsstelle des Reizes ist. Diese Empfindlichkeit könnte aber wieder entweder durch die verschiedene Reizbarkeit und Zugänglichkeit oder durch die verschiedene Zahl der getroffenen Nervenendigungen bedingt sein. Vielleicht wirken beide Momente zusammen; sicherlich aber spielt das letztere wol die Hauptrolle. Dies wird z. B. durch gewisse Versuche von Vintschgau und Hönigschmied erwiesen, die mit weiterer räumlicher Ausdehnung des Reizes eine entschiedene Verkürzung der Reaktionszeit eintreten sahen. Die im Vorhergehenden aufgeführten Erscheinungen würden sich daher vielleicht am Einfachsten wieder auf die verschiedene Stärke des centralen Erregungszustandes zurückführen lassen. Unter diesem Gesichtspunkte würde die Abhängigkeit der Reaktionszeit von der Schärfe der Lokalisation nichts anderes bedeuten, als ein rascheres und ausgiebigeres Anwachsen der centralen Erregung mit der Anzahl der vom Reize getroffenen Nervenendigungen. Die Extensität des Sinneseindrucks würde demnach in ähnlichen Beziehungen zur Schnelligkeit der Reaktion stehen wie wir sie früher für die Intensität desselben kennen gelernt haben. Ob dagegen gerade der besondere Charakter der Lokalzeichen, wie er die größere oder geringere Schärfe der Wahrnehmung bedingt, für die einfache Reaktionszeit bereits von Bedeutung ist, muss wol einstweilen zweifelhaft gelassen werden; wahrscheinlicher wäre ein Einfluss derselben für die später zu besprechende Unterscheidungszeit.

(Fortsetzung folgt.)

Berichtigungen.

In Nr 19 S. 594 Z. 28 statt Kalksegmente lies Kalksepimente.
S. 598 Z. 15 statt Eierstock lies Tierstock.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Die Herren Mitarbeiter, welche Sonderabzüge zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. 27. Januar 1882. **Nr. 22.**

Mit Nr. 24, welche mit Register, Titel u. s. w. bis Ende Februar ausgegeben werden wird, schliesst der erste Band. Wir ersuchen die geehrten Abonnenten um rechtzeitige Erneuerung des Abonnements für den zweiten Band, damit in der Zusendung keine Unterbrechung eintritt.

Die Verlagsbuchhandlung.

Inhalt: **Reinke** und **Rodewald**, Studien über das Protoplasma. — **Carrière**, Haben die Mollusken ein Wassergefässsystem? — **Steinmann**, Die neuern Ammonitenforschungen. — **Jbsen**, Untersuchungen über das Ohrlabyrinth. — **Sachs**, Untersuchungen am Zitteraal. — **Giacosa**, Bericht über einige in jüngster Zeit erschienene physiol.-chem. Untersuchungen in Frankreich und Italien. — **Tumas**, Versuch zwei Tiere verschiedener Art vermittels der Haut mit einander zu vereinigen. — **His**, Lage der Eierstöcke in der weiblichen Leiche.

J. Reinke und H. Rodewald, Studien über das Protoplasma.

(Zweites Heft der Untersuchungen aus dem botanischen Laboratorium der Universität Göttingen). Berlin 1881. 202 Seiten.

In Anbetracht der Tatsache, dass sich augenblicklich alle Probleme der Physiologie im wesentlichen auf den Elementarorganismus concentriren, und dass ein tieferes Eindringen in den Mechanismus desselben nur auf Grund genauer Kenntnisse über die chemische Zusammensetzung und den Stoffwechsel desselben möglich erscheint, muss die Aufdeckung der letztern als das erste Ziel der weitern Forschung erscheinen. Nun sind zwar bisher zahlreiche Analysen pflanzlicher und tierischer Organe gemacht, aber einerseits wurde gewöhnlich nur auf einzelne Stoffe hin verarbeitet, andrerseits lehrten die Analysen complicirterer Gebilde nichts direktes über die Zusammensetzung des Protoplasmas selber. Aus diesem Grunde wurde der Plan gefasst, den nur aus Protoplasma bestehenden Organismus von *Aethalium septicum*, der Lohblüthe, monographisch nach dieser Richtung hin zu untersuchen. Des vorliegenden Werkes erste Abhandlung: „Die chemische Zusammensetzung des Protoplasmas von *Aetha-*

lium septicum von J. Reinke und H. Rodewald" bildet in einem vorläufigen Abschluss die erste Grundlage dazu. Weitere specialisirte Untersuchungen an demselben Objekte sind in Vorbereitung begriffen.

Nur ein bestimmter Entwicklungszustand, die jungen Fruchtkörper, konnte bisher untersucht werden, und eingehendern Ermittlungen über den Stoffwechsel stellten sich noch durchaus unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Indem wir in Betreff der Einzelresultate und der befolgten Methoden auf das Original verweisen müssen, soll nur erwähnt werden, dass die Elementaranalyse außer den Elementen C, H, N, O, S, noch das Vorhandensein von Cl, P, Na, K, Mg, Ca, Fe ergab. Die Zahl der nachgewiesenen chemischen Verbindungen beträgt mindestens 35, so dass das Protoplasma sich als ein äußerst complicirter Organismus darstellt. Von hervorragendstem Interesse ist unter den gefundenen Verbindungen das „Plastin", eine neue, in verdünnten Säuren und Alkalien unlösliche eiweißartige Verbindung, die auffallender Weise nur 12 % N. und wahrscheinlich einen geringen P-gehalt besitzt. Sie macht 27 % der lufttrocknen Masse des Plasmodiums aus. Von andern Eiweißstoffen finden sich nur noch Myosin und Vitellin (kein Albumin) beide im „Enchylema" gelöst und in sehr geringer Menge, ca. 5 % der lufttrocknen Masse. Von weiterm Interesse ist noch der Nachweis eines neuen Cholesterins, des Paracholesterins. Guanin, Xanthin und Sarkin finden sich in sehr geringer Menge, Asparagin reichlicher, dagegen konnten Leucin und Tyrosin nicht nachgewiesen werden. Eine beigefügte Tabelle gibt ein Bild von der quantitativen Zusammensetzung des Plasmodiums, welches natürlich nur ein angenähertes sein kann, entsprechend den Schwierigkeiten, die sich der Untersuchung überall darbieten.

Die zweite Abhandlung „Protoplasma-Probleme" von J. Reinke ist theoretischer Natur. Sie gibt in anziehender Weise Erörterungen über das Thema mit kritischer Berücksichtigung der reichen Literatur und Benutzung der Resultate, welche in der ersten Abhandlung niedergelegt wurden.

Die Abhandlung gliedert sich in fünf größere Abschnitte: der Begriff des Protoplasmas; die Hauptaufgaben der vergleichenden physiologischen Chemie des Protoplasmas; die fundamentalen Funktionen des Chemismus im Protoplasma; Dynamik der Stoffwechselprocesse im Protoplasma; die Stoffwechselprodukte von *Aethalium septicum*.

Der Verfasser fasst in Uebereinstimmung mit den meisten frühern Forschern den Begriff des Protoplasmas morphologisch, indem er mit Recht gegen Hanstein, welcher sich mehr an die Zoologen anschließend das Protoplasma als Albuminat („Protoplastin") definirt hatte, geltend macht, dass wir keinen Grund haben die Eiweißstoffe als allein wesentlich für den Bestand des Plasmas anzusehen, von dem sie doch nur einen verhältnissmäßig so geringen Procentteil bilden; dass man aber, wenn man auch nichteiweißartige Körper zu dem-

selben rechnen wolle, in ganz willkürlicher Weise würde entscheiden müssen, ob etwa Lecithin und Cholesterin zum Protoplasma oder zum Metaplasma zu stellen sein würden.

Im zweiten Abschnitt ergibt sich als Hauptaufgabe der vergleichenden physiologischen Chemie des P. die Klassificirung der in den Organismen vorkommenden Stoffe in: 1) constant sich findende, 2) solche, welche zwar im einzelnen Organismus notwendig vorhanden sein müssen, aber in verschiedenen Organismen durch nahe stehende Verbindungen vertreten werden können, und 3) accessorische.

Den Stoffwechsel gliedert der Verfasser in Uebereinstimmung mit den Tierphysiologen in die Ernährung (Aufnahme und Assimilation) und in den innern Stoffwechsel (progressive und regressive Metamorphose). Er hält es im Gegensatz zu E. Schultze für wahrscheinlich, dass nicht jedes Produkt der regressiven Metamorphose ein Eiweißmolekül passirt haben muss. Wir werden freilich diese Frage vorläufig noch ebenso als eine offene zu betrachten haben, wie die weiterhin näher behandelte, über die Ursachen der Eiweißzersetzung im Organismus, in Betreff welcher der Verf. sich für die Möglichkeit einer fermentartigen Einwirkung des einen Eiweißstoffes auf einen andern ausspricht. Bindend ist dagegen die Deduktion, dass die verschiedenen im Plasma neben einander verlaufenden chemischen Processe von oft gerade entgegengesetzter Natur, eine weitergehende Differenzirung im Plasma verlangen, als sie uns bisher bekannt geworden ist. Der Nachweis derselben wird die wichtigste Aufgabe des mikroskopischen und mikrochemischen Studiums in Zukunft sein müssen.

Die Oxydation bei der Atmung wird im Gegensatz zu Pflüger, dem sich auch Wortmann angeschlossen hat, als eine direkte betrachtet, indem der Verf. geltend macht, dass die intramolekulare Atmung nichts für den Verlauf bei der normalen beweist, da bei fehlendem Sauerstoff die Oxydationen vermöge der Natur des Protoplasmas in anderer Weise erfolgen könnten. Zu demselben Schluss ist ja auch Pfeffer in seiner kürzlich erschienenen Physiologie gekommen.

Die in Aethalium gefundenen Stoffe werden wol mit Recht allein als Produkte der progressiven und regressiven Metamorphose aufgefasst, da die Plasmodien aufgehört hatten zu assimiliren, als sie zur Untersuchung gesammelt wurden. Der Träger der alkalischen Reaktion des Plasmas kann nach den Befunden der Analyse nur das Ammoniumcarbonat sein. Die kontraktile Gerüstsubstanz besteht fast allein aus Plastin, und da die noch vorhandenen Stoffe, Fettsäuren, Lecithin, Cholesterin als kontraktil wol nicht in Betracht kommen können, so ergibt sich die wichtige Folgerung, dass das Plastin, dessen Verbreitung auch in den übrigen Organismen wol zu vermuten ist, als der Träger der Kontraktilität anzusprechen sein dürfte.

Die dritte Abhandlung „Der Process der Kohlenstoffassimilation im chlorophyllhaltigen Plasma“ [1]) berichtet in vorläufiger Weise über den zuerst von dem Verf. und weiterhin auf dessen Veranlassung von Herrn Stud. Krätzschmar geführten, höchst wichtigen Nachweis, dass in der chlorophyllhaltigen, assimilirenden Pflanzenzelle sehr leicht flüchtige Substanzen von aldehydartiger Natur vorkommen. Sie finden sich in allen assimilirenden chlorophyllhaltigen Pflanzen, fehlen dagegen in Pilzen und in etiolirten Keimlingen. Bei der Destillation neutralisirter Pflanzensäfte geht diese Substanz gewöhnlich mit den ersten Kubikcentimetern Destillat vollständig über, nur bei Pappeln und Weiden ist sie schwerer flüchtig. Die Substanz reducirt sehr stark Fehling'sche Lösung und alkalische Silbernitratlösung und zeigt dadurch ihre aldehydartige Natur an. Aber sie reducirt energischer als der Acetaldehyd und seine höhern Homologen, indem sie in der Kälte aus reiner Silbernitratlösung einen Silberspiegel abscheidet. Nach Hoffmann tut dies auch der Formaldehyd. Die Substanz ist daher vielleicht letzteres selbst oder ein Polymerisationsprodukt desselben, (Oxymethylen?) oder vielleicht auch Glycolaldehyd, entstanden aus zwei Molekülen Formaldehyd. Für die letztere Ansicht würde auch das starke Reduktionsvermögen sprechen, da der Glycolaldehyd als Formylcarbinol in dieser Beziehung wol sich dem von Emmerling und Wagner untersuchten Acetylcarbinol ähnlich verhalten dürfte.

Dass der so nachgewiesene aldehydartige Körper praeformirt in der Pflanze enthalten ist, wird dadurch höchst wahrscheinlich, dass die Pflanzensäfte sowol frisch, wie nach dem Abfiltriren der durch Kochen coagulirten Eiweißstoffe und nach der Ausfällung mit Bleiessig Silberlösung ohne Zusatz von Alkali in der Kälte nach kürzester Zeit reduciren, was weder Ameisensäure noch Zucker vermögen. Auch Gerbstoffe konnten in dem mit Bleiessig ausgefällten Safte nicht mehr vorhanden sein. Da ferner durch den Bleiessigniederschlag Eiweißstoffe und Chlorophyll entfernt wurden, so können sie bei der Destillation den Körper nicht geliefert haben; letzteres ist auch nicht anzunehmen für die organischen Säuren, welche durch Neutralisation vor der Destillation stets fixirt wurden.

Der Verfasser schließt sich hiernach der zuerst von Baeyer, auf Grund theoretischer Ueberlegungen ausgesprochenen Ansicht an, dass der Formaldehyd das erste Assimilationsprodukt der Kohlensäure sei; in der Tat muss aus Kohlensäurehydrat CO_3H_2 durch Austritt von O_2 ein Körper von der Zusammensetzung des Formaldehyd COH_2 direkt entstehen können, dessen weiterer Uebergang in Zucker und Kohlenhydrate nach den Arbeiten von Butlerow, der aus Oxy-

1) Wir berücksichtigen hier zugleich eine kurze Mitteilung über denselben Gegenstand in den Ber. der berl. chem. Gesellschaft; Jahrgang XIV S. 2144 ff.

methylen einen zuckerartigen Körper erhielt, keinen Schwierigkeiten mehr begegnet.

Wir dürfen auf die weitere Verfolgung des vorliegenden Fundes gespannt sein und werden von der genauern Untersuchung der chemischen Natur des nachgewiesenen Körpers weitere interessante Aufklärungen zu erwarten haben.

G. Berthold (Göttingen).

Haben die Mollusken ein Wassergefässsystem?

Von **Justus Carrière** (München).

Das Wort „Wassergefäßsystem" ist augenscheinlich dem Ausdruck „Blutgefäßsystem" analog gebildet, und würde also zunächst bezeichnen, dass in dem Körper eines Tiers Wasser in geschlossenen Kanälen circulirt. Dabei meint man speciell Wasser, welches nicht in den Organen des Tiers ausgeschieden wurde, sondern solches, welches aus dem umgebenden Medium direkt aufgenommen wird. Es kann somit dieses Wassergefäßsystem nur bei Tieren vorkommen, welche im Wasser leben und es muss durch eine Oeffnung, welche zur Aufnahme desselben dient, nach außen münden.

Ein solcher Apparat könnte nun verschiedene Funktionen haben. Vor allem läge es nahe, ihn mit den Luftkanälen zu vergleichen, welche als Tracheen den Körper der Insekten durchziehen, und ihn als ein Organ aufzufassen, welches der Respiration dient. Untersuchen wir ihn aber bei den Tieren, bei welchen er uns in seiner höchsten Entwicklung entgegentritt, nämlich bei den Echinodermen, so scheint das nicht, oder wenigstens nicht in erster Linie der Fall zu sein. Im Gegenteil, er vermittelt die Bewegung des Tiers, und ich will die Art und Weise, wie das geschieht, kurz an einem Seestern als Vertreter der Echinodermen erläutern.

Bei den Seesternen ragen auf der Unterseite der Arme aus dem Innern des Körpers schwellbare, mit einer Saugscheibe endigende Schläuche hervor, sogenannte Saugfüßchen, welche aus muskulösen Blasen, den Ampullen, entspringen. Diese stehen mittels kurzer Seitenäste mit den längs der Mittellinie des Armes verlaufenden Radiärkanälen in Verbindung, welche ihrerseits in ein den Schlund umfassendes Ringgefäß münden. Das letztere kommunicirt durch einen Kanal, den sogenannten Steinkanal mit einer fein durchlöcherten Kalkplatte an der Außenseite des Tiers, durch welchen das Wasser in das Wassergefäßsystem eintreten kann.

Die Schwellung der Saugfüßchen und die Bewegung kommt nun auf folgende Art zu Stande. Zwischen den Ampullen und den Radiärkanälen liegen Klappen, welche bei Kontraktion der Ampulle sich schließen, wodurch der Inhalt der Ampulle in das Saugfüßchen

getrieben wird. Dieses wird dadurch in der Richtung der Längsaxe stark ausgedehnt, heftet sich mit der Saugscheibe an einen andern Körper fest und die jetzt erfolgende Kontraktion der Längsmuskeln des Saugfüßchens verkürzt dieses und nähert so den Seestern dem ergriffenen Gegenstand.

Andere Funktionen dieses Wassergefäßsystems sind nicht nachgewiesen, und mit dem Blutgefäßsystem steht es nicht in Verbindung,

Auch bei den Würmern finden sich Organe, welche man bisher als Wassergefäßsystem bezeichnete. Es sind symmetrisch verlaufende Schläuche, welche entweder mit feinen Gängen in den Geweben oder mit einer größern, frei in die Leibeshöhle hängenden trichterförmigen Oeffnung beginnen und nach kürzerm oder längerm Verlaufe nach außen münden.

Hier handelt es sich aber nicht um eine Einfuhr von Wasser, sondern um eine Ausfuhr flüssiger Produkte des Stoffwechsels und man bezeichnet deshalb das Wassergefäßsystem der Würmer jetzt richtig als Exkretionsorgan.

Sehen wir nun, wie das Wassergefäßsystem bei den Mollusken beschaffen ist, und beginnen wir mit den Cephalopoden.

Bekanntlich sind bei den achtarmigen Tintenfischen alle größern Eingeweide von bindegewebigen Taschen umschlossen, von welchen einige als Harnbehälter fungiren (Harnsäcke), andere als Kiemenherzkapseln mit dem Venensystem in Verbindung stehen, und die alle gewöhnlich als Bauchfelltaschen bezeichnet werden. Die Harnsäcke münden nach außen und in ihnen flottiren die Exkretionsorgane in Wasser, welches ab- und zugeführt werden kann.

Auch die Keimdrüse liegt frei in einer solchen Hülle, der Genitalkapsel. Von dieser gehen zwei ziemlich dickwandige Schläuche aus, welche nach einem kürzern oder längern Verlauf beiderseits in die Harnsäcke münden und so die Genitalkapsel mit dem umgebenden Medium in Verbindung setzen.

Diese sogenannten Wasserkanäle kommuniciren gleichzeitig mit der Kapsel der Kiemenherzanhänge, und zwar so, dass der von der Genitalkapsel kommende Wasserkanal zunächst in den verlängerten Hals der Kapsel des Kiemenherzanhangs tritt und mit diesem gemeinsam in den Harnsack mündet.

Was die Dekapoden betrifft, so liegen bei *Sepia* (mit Ausnahme des Männchens), bei *Loligo*, *Sepiotheutis* und sämmtlichen Aegopsiden die Keimdrüse mit dem arteriellen Herzen, den Kiemenherzen und dem Magen in einer großen Körperhöhle, der Viscero-Pericardial-Höhle. Diese ist bei *Sepia*, *Loligo*, und wol auch bei *Sepiola* durch dünnwandige Gänge mit dem Harnsack verbunden.

Wie kommen nun aber diese „Wasserkanäle“ zu ihrem Namen und zu der Bezeichnung als Wassergefäßsystem?

Ein Vergleich mit dem Wassergefäßsystem der Echinodermen ist

offenbar nicht zulässig. Sie vermitteln nicht — wie es dort geschieht — die Bewegung des Tiers, und auch mit der Respiration desselben haben sie nichts zu schaffen; zu der erstern dienen die Arme und der Trichter, die letztere wird durch die Kiemen vermittelt.

Sollten aber die „Wasserkanäle" vielleicht den Zweck haben, dem Blute Wasser zuzuführen? In diesem Falle wäre ihr Name ja gerechtfertigt. Doch habe ich gegen diese Auffassung zwei Bedenken. Erstens ist eine solche Wasseraufnahme in das Blut noch von Niemand beobachtet worden, und zweitens würde ja nicht Wasser allein eingeführt werden, sondern ein Gemisch von Wasser und Harn — ganz abgesehen von den dem Wasser beigemengten Verunreinigungen und Fremdkörpern, welche in den Gängen und Kapseln abgelagert würden — dem Tiere würden also ständig die eben aus dem Blut abgeschiedenen Stoffe wieder in dasselbe zurückgeführt werden — und das wäre eine Annahme, welche der Physiologe kaum gelten lassen wird.

Meine Ansicht ist deshalb die, dass diese Wasserkanäle nicht der Einfuhr, sondern der Ausfuhr dienen, indem sie Flüssigkeit, welche aus dem Blute in die Genitalkapsel und die Kiemenherzanhängskapsel ausgeschieden wird, in die Harnsäcke überführen, und dass somit ein Wassergefäßsystem im bisherigen Sinn des Worts bei den Cephalopoden nicht existirt.

Ich wende mich nun zu den Muscheltieren. Diese kann man nach dem äußern Bau in zwei Gruppen teilen, und zwar einmal in solche mit kleinem, meist walzenförmigem Fuße, in welchem außer einer Oeffnung zum Durchtritt des Byssus auch noch an der Kante oder der Spitze schlitzförmige Oeffnungen sich befinden. Die andere Gruppe würde dann alle Muscheln umfassen, welche einen breiten, beilförmigen Fuß ohne Byssus besitzen, in dessen Kante sich aber auch zuweilen spaltförmige Oeffnungen finden. Die Tiere der zweiten Gruppe, zu welcher auch unsre Anodonten gehören, besitzen zum Teil das Vermögen, ihren Fuß stark anschwellen und auffallend weit aus der Schale hervortreten zu lassen.

Ich will nun zunächst die Byssusmuscheln betrachten. Schon vor 200 Jahren hatte man eine halbmondförmige Spalte in der Spitze des Fußes der Miesmuschel (*Mytilus edulis*) für die Oeffnung der Mittelarterie des Fußes genommen und durch sie die Leber- und Eierstockgefäße injicirt, und noch in neuester Zeit wurde auf Grund von Injektionsversuchen angegeben, dass bei allen diesen Muscheln eine freiwillige Wasseraufnahme in das Blut durch die an der Spitze des Fußes gelegene Spalte stattfinde. Der Fuß wurde direkt als „Wasserröhre" bezeichnet und mittels der durch ihn stattfindenden Wasseraufnahme sollte das zeitweise Anschwellen des Tiers erklärt werden, während doch gerade die Beobachtung der lebenden Tiere zeigt, dass die Tiere dieser Gruppe ihren Fuß nicht in sehr auffallender Weise anschwellen lassen.

Die genaue Untersuchung dieser „Wasserröhre“ ergab nun, dass der Fuß der Byssusmuscheln nicht zur Einfuhr des Wassers diene, sondern dass diese Ansicht aus der Verkennung des in ihm enthaltenen Byssusorgans entstanden ist. Der in demselben erzeugte Byssus dient dazu, das Tier an einem beliebigen andern Körper zu befestigen. Ist das Organ kräftig entwickelt, so wird dadurch meist eine bestimmte Form des Fußes bedingt, indem der vordere Teil desselben in den sehr beweglichen, walzenförmigen Spinnfinger umgewandelt ist. Dieser besitzt an der vom Körper abgewandten Seite eine von Drüsenzellen umgebene Rinne, welche sich an der Spitze zu einer halbmondförmigen Querspalte erweitert. Will sich das Tier z. B. an einen Stein anheften, so sondert es in der Rinne den Byssusfaden ab und drückt dann die Querspalte in der Spitze des Fußes an den Stein. Das in letzterer enthaltene Sekret liefert dann die verbreiterte, meist dreieckige Endplatte, mittels welcher der Byssusfaden an dem Stein haftet, während sein anderes Ende mit dem sogenannten Byssusstamm, welcher in dem hintern Teil des Fußes liegt, verschmilzt.

Nachdem einmal die deutlichen Mündungen der Byssusdrüsen als Eintrittstellen des Wassers angenommen waren, wurden auch die Spalten, welche sich in der Fußkante der byssuslosen Muscheln finden, als Ausmündungen eines Wassergefäßsystems bezeichnet; und wo gar keine Oeffnung wahrzunehmen ist, wie bei *Anodonta* und andern, nahm man an, dass sie sehr klein seien, war aber von ihrem Vorhandensein überzeugt.

Hier zeigte sich bei näherer Betrachtung allerdings, dass diese Spalten meist in das Innere des Fußes führen; aber sie treten nicht mit dem Blutgefäßsystem in Verbindung, sondern mit Drüsen, welche sich als rückgebildete Byssusorgane erweisen.

Durch die Oeffnungen in dem Fuße der Muscheln kann also weder in dem einen noch in dem andern Falle Wasser eindringen, da dieselben Ausführungsgänge und Mündungen geschlossener Drüsen sind.

Um das starke Anschwellen des Fußes bei den Anodonten und Unionen zu erklären ist aber auch noch ein andrer Weg für die Wassereinfuhr angegeben, und zwar durch die Niere oder das Bojanus'sche Organ.

Dieses stellt eine weite Röhre dar, von deren Wandung sich labyrinthförmig gewundene Falten in das Lumen erstrecken, und kommunicirt einerseits durch die Mündung mit dem umgebenden Wasser, andrerseits durch eine Oeffnung mit dem Pericardialraum. Von diesem führen feine Poren in das parenchymatöse Gewebe des Mantels, das sogenannte rotbraune Organ, dessen Lacunen mit dem Vorhofe des Herzens in Verbindung stehen. Nun soll durch das Oeffnen und Schließen der Schalen eine Volumveränderung der denselben dicht anliegenden Höhlen des Herzens und der Niere vor sich gehen, so dass Schließen der Schalen den Inhalt herauspresse, Oeffnen dagegen

sie vollsauge. Oeffnet das Tier nun gleichzeitig mit dem Aufklappen der Schale die Nierenmündung, so würde Wasser durch dieselbe eingesaugt, und wenn es bis in den Pericardialraum gelangt, bei dem Schließen der Schale in die Blutbahn hineingetrieben. Wir hätten also auch hier wieder die Rückführung der Exkremente in das Blut.

Wie verhalten sich nun diesen beiden Wegen der Wasseraufnahme gegenüber die neuern Beobachter?

Diejenigen, welche die Niere und das Blutgefäßsystem am genauesten untersucht haben, sprechen sich mit voller Entschiedenheit g e g e n die Wasseraufnahme durch die Niere aus und geben als einzig möglichen Weg die Oeffnungen im Fuße an. Nun kann aber, wie ich oben schon bemerkt habe, der Fuß die Wasseraufnahme nicht vermitteln — also beide Wege sind verschlossen und doch lassen die Unionen und Anodonten ihren Fuß so stark anschwellen?

Da fiel mir in einer Dissertation aus dem Anfange dieses Jahrhunderts über die Anodonta der Satz in die Augen: „Legt man eine Teichmuschel ins Trockene oder in ein Gefäß, das ihre sonstige Lage im Schlamm auf was immer für eine Art abändert, so bemerkt man bald, dass das Tier den Fuß langsam und vorsichtig herausstreckt, oft zu einer außerordentlichen Weite nach allen Dimensionen, besonders in die Länge, ausdehnt und die ihn zunächst umgebenden Gegenstände befühlt."

Sofort verschaffte ich mir eine Anzahl der Tiere, ließ einen Teil im Wasser, während ich den andern herausnahm, das Wasser ablaufen ließ, und dann die Tiere auf angefeuchtetes Fließpapier legte und mit einer Glasglocke überdeckte. Nach kurzer Zeit öffneten die auf dem Papier liegenden Muscheln ihre Schalen, ließen ihren Fuß hervortreten, anschwellen und streckten ihn ebensoweit aus, wie die nebenan zur Kontrole im Wasser befindlichen Tiere, obschon sie kein Wasser zum Einpumpen hatten, und zwischen ihren klaffenden Schalen nur feuchte Luft den Körper umgab. Dies einfache Experiment scheint mir zu zeigen, dass die Muscheltiere ihren Fuß anschwellen lassen können, ohne zu diesem Zweck zu ihrer Blutflüssigkeit noch Wasser aufnehmen zu müssen, so dass dies wie bei andern Tieren mit Schwellorganen einfach durch den verstärkten Zufluss und die Zurückstauung des Bluts stattfindet. Wir sind also nicht gezwungen, zur Erklärung der besprochenen Erscheinung einen Weg für eindringendes Wasser auffinden zu müssen und können somit dem anatomischen Befunde gemäß als sicher annehmen: dass die Muscheltiere weder ein Wassergefäßsystem besitzen, noch Wasser zum Schwellen ihres Fußes aufnehmen.

Ich komme nun zu dem Wassergefäßsystem der Schnecken. Es findet sich nämlich bei vielen im Meere lebenden Schnecken auf der Mittellinie der Fußsohle eine Oeffnung, welche bei manchen Arten so groß ist, dass man eine Federspule hineinstecken kann; diese Oeffnung

sah man als Eingang in das Wassergefäßsystem an, nannte sie Porus aquaticus und gab an, dass durch sie Wasser in den Fuß ein- und austrete. Diese Ansicht galt bis auf den heutigen Tag; man betrachtete auch hier den Eintritt des Wassers als nötig für das Ausstrecken des Fußes und Agassiz bewies ihn durch folgendes Experiment: Er steckte eine solche Schnecke, welche sich ganz in das Gehäuse zurückgezogen hatte, in einen graduirten Cylinder voll Wasser und beobachtete, dass auch bei dem stärksten Anschwellen des Fußes der Stand des Wassers sich nicht änderte. Also musste dasselbe durch den Porus in den Fuß eintreten.

Als ich nun diese mit Wasserporus versehenen Füße untersuchte, stellte sich heraus, dass die Porus-Oeffnung die Mündung einer mannigfach verästelten, und verschieden gestalteten, aber überall geschlossenen Schleimdrüse ist. Hier ist also nicht die Stelle für den Wassereintritt, und das Experiment von Agassiz lässt noch eine andere Deutung zu, nämlich dass in dem Maße als der Fuß aus dem Gehäuse sich herausstreckt, an seine Stelle Wasser in die Schale eintritt.[1]) Es besitzen also auch die Schnecken kein Wassergefäßsystem im Fuße. Dagegen findet sich ebenso wie bei den Muscheltieren bei ihnen eine Verbindung des Herzbeutels mit der Niere; diese dient aber wol nicht dazu, durch die Niere hindurch Wasser in das Blut aufzunehmen, was noch Niemand beobachtete, sondern flüssige Ausscheidungen, vielleicht Blutwasser, der Niere zuzuführen; dass solches durch die Herzwandungen diffundirend sich im Pericardial-Raum sammelt und durch die Niere mit entleert wird, ist mir sehr wahrscheinlich. Denn da das mit der Nahrung oder durch das Epithel aufgenommene Wasser nicht wie bei den von Luft umgebenen Tieren gasförmig durch Verdunstung an der ganzen Körper-Oberfläche wieder austreten kann, muss es an irgend einer Stelle in flüssiger Form ausgeschieden werden. Und das scheint mir bei den Schnecken und Muscheln mittels Diffusion durch die namentlich bei letztern sehr zarten Wandungen des Vorhofes oder auch durch die Herzwand selbst in den Pericardialraum stattzufinden. Dabei befinde ich mich auch in Uebereinstimmung mit der früher von Leydig geäußerten Ansicht, dass das in der Mollusken-Niere sich findende Wasser wol nicht von außen eingetreten sei, sondern dass durch die Niere das verbrauchte Blutwasser abströme.

In ähnlicher Weise würde bei den Cephalopoden die aus dem Blute in die Kapsel der Genitaldrüsen und der Kiemenherz-Anhänge abgesonderte Flüssigkeit durch die Wasserkanäle den Harnsäcken zugeleitet werden.

Zum Schlusse habe ich noch die Verhältnisse bei den Pteropoden und Heteropoden zu betrachten. Auch hier steht die Niere durch eine

---

1) Und mit was pumpt denn eine Landschnecke wie *Helix pomatia* ihren Fuß voll, wenn sie ihn oft erstaunlich weit hervorschiebt?

verhältnissmäßig weite Oeffnung mit dem Pericardialsinus in Verbindung, und es ließe sich das in derselben Weise erklären, wie bei den übrigen Mollusken, wenn nicht übereinstimmende Angaben von Leuckart und Gegenbaur vorlägen, dass die mit Muskulatur versehene Nierenwandung durch rhythmische Kontraktionen Wasser in die Niere einpumpe, welches dann auch in den Pericardial-Raum gelange und sich dort mit Blut mische. Nur wenn man annähme, dass das eingepumpte Wasser die Aufgabe habe, die in die Niere ausgeschiedenen Stoffe herauszuspülen und vielleicht die Respiration zu vermitteln, nicht aber, was allerdings auch nicht nachgewiesen ist, sich unmittelbar in das Blut mengte, würde man hier ähnliche Verhältnisse haben, wie bei den übrigen Mollusken und erklären können: Keine Abteilung der Mollusken besitzt ein Wassergefäßsystem.

Anm. Ich hielt es nicht für angemessen, diese kleine Skizze, welche ihr Entstehen den Vorarbeiten einer größern Untersuchung über die Mollusken verdankt, mit Citaten zu beschweren. Doch möchte ich nicht unterlassen zu bemerken, daß die auf die Anatomie der Cephalopoden bezüglichen Sätze zum Teil wörtlich Brock's Abhandlungen entnommen sind.

Die neuern Ammoniten-Forschungen.

Die seit vielen Jahrzehnten giltige Anschauung von der Tetrabranchiaten-Natur der Ammonitiden ist durch eine Reihe jüngst erschienener Arbeiten arg erschüttert worden. Da bekanntlich von allen lebenden Cephalopoden *Nautilus* allein eine dem Ammonitengehäuse vergleichbare Schalenbildung besitzt — die Schale von *Spirula* ist eine innere, die von *Argonauta* ungekammert —, so war es auch eine durchaus nicht unberechtigte Annahme, in den Ammoniten eine ausgestorbene Abteilung der Tetrabranchiaten zu erblicken. Die Gründe jedoch, auf welche sich heute eine wesentlich abweichende Ansicht stützt, folgen aus so verschiedenartigen und zugleich maßgebenden Untersuchungen, dass die Vertreter der gegenteiligen Ansicht wol einen verlornen Posten verteidigen. Wenn nicht allein vergleichend anatomische, sondern auch entwicklungsgeschichtliche Forschungen zu dem übereinstimmenden Resultate führen, dass man die nächsten Verwandten der Ammoniten bei den Dibranchiaten und nicht bei den Tetrabranchiaten zu suchen habe, so müssen die Gegner ihre Ansicht eingehender begründen, als durch den Hinweis auf die oberflächliche Aehnlichkeit der Schalenbildungen.

Schon durch die Beobachtungen Sandberger's (Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde, 1858, p. 75), Munier Chalmas', (Compt. rendus, t. 77, 1875, p. 1557) und Hyatt's (Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., vol. V, 1872, p. 9) über die Anfangskammern der Ammonitenschale und durch diejenigen Barrande's (Système silurien

du centre de la Bohême, Cephalopodes, 1877) über die gleichen Bildungen der Nautilidenschale war es erwiesen worden, dass — soweit derartige „subembryonale" Forschungen eine weitergehende Bedeutung beanspruchen können, — eine fundamentale Verschiedenheit in den zuerst gebildeten Teilen der Schale jener beiden Abteilungen vorhanden ist. Wie die auf breiterer Grundlage fußenden Untersuchungen Branco's (Palaeontographica, Bd. XXVI und Bd. XXVII; Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., 1880, p. 596) bestätigt haben, besitzt die Anfangskammer der Ammoniten eine quer-eiförmige Gestalt und besteht (mit seltnen Ausnahmen) bereits aus einer spiralen Windung, während das entsprechende Gebilde der Nautiliden konisch oder napfförmig angelegt wird. Zugleich beginnt der Sipho bei der letztgenannten Abteilung im Grunde der Anfangskammer in Form einer Röhre, bei den Ammonitiden dagegen dicht vor dem die Anfangskammer abschließenden Septum in Form einer Kugel.

Sind somit auf der einen Seite die frühesten Jugendzustände der Ammonitenschale grundsätzlich von denen der Nautilidenschale verschieden, so zeigen sie auf der andern Seite bei manchen, geologisch sehr alten Formen (aus dem Devon), den sog. Goniatiten unverkennbare Anknüpfungspunkte an die embryonalen Schalenteile der lebenden Dibranchiaten, wie *Spirula* und an die der Belemniten, unzweifelhafter Dibranchiaten. So gleicht die kugelige, nicht spiral gewundene Anfangskammer von *Goniatites compressus* nach Branco sowol bezüglich der Form als auch der Konkavität der ersten Scheidewand den homologen Gebilden von *Spirula* und *Belemnites*.

Demnach lässt sich als begründetes Resultat aus den bisherigen Forschungen über die embryonalen Schalenbildungen der fossilen Cephalopoden der Satz aussprechen, dass die Nautiliden eine von allen übrigen Cephalopoden scharf geschiedene Stellung einnehmen, und dass sich die Ammonitiden enge an die lebenden und fossilen Dibranchiaten anschließen.

Noch eine andere Beobachtung, der man eine weitergehende Bedeutung bisher nicht beigelegt hat, mag hier Erwähnung finden. Die ersten Kammern der Ammonitenschale sind, wie diejenigen von *Spirula*, vollständig unverziert und glatt, während sie bei *Nautilus* von Anfang an skulptirt erscheinen. Vielleicht ergibt sich später mit Gewissheit, dass diese ersten Kammern der Ammoniten innere Schalen gewesen sind, was sie bei *Spirula* zeitlebens bleiben, und dass erst später das Tier sich in die Schale — vielleicht auch nur teilweise — zurückgezogen hat. Dass eine tief greifende Veränderung nach Abschluss der zweiten oder dritten Kammer im Ammonitentiere Platz gegriffen hat, ergibt sich aus folgendem Nachweise Branco's: die zweite oder dritte Kammerscheidewand ist bei allen Ammoniten wesentlich dieselbe, während die erste resp. zweite bei den drei Abteilungen Branco's der *Asellati*, *Angustisellati* und *Latisellati* ganz

verschiedenartig ausgebildet erscheint. Branco's eingehende Untersuchungen, die sich nicht allein auf die eigentlichen Ammoniten, sondern auch auf die sog. Ceratiten und Goniatiten erstrecken, haben denn auch die schon von L. v. Buch zuerst ausgesprochene, von Beyrich vertretene und von den neuern Systematikern, wie Mojsisovics und Neumayr angenommene Anschauung bestätigt, dass jene drei Abteilungen nicht als naturgemäße Gruppen aufgefasst werden dürfen. Vielmehr hat sich gezeigt, dass, wenn man die Form der Anfangskammer als grundlegend für die Klassifikation betrachtet, ein Teil der sog. Goniatiten den *Asellati* angehören, ein andrer kleinerer Teil mit der Mehrzahl der triadischen Formen (Ceratiten) die *Latisellati* zusammensetzt, und dass unter die *Angustisellati* die Mehrzahl der eigentlichen Ammoniten sowie einige sog. Ceratiten fallen.

Ein weiterer Beweis für die Dibranchiaten-Natur der Ammoniten wurde neuerdings durch v. Ihering erbracht (Neues Jahrb. f. Mineral. etc. 1881, B. I). Nicht die Ammonitenschale selbst, sondern die eigentümlichen, unter dem Namen Aptychus bekannten Fossilien waren es, auf welche jener Forscher seine interessanten Vergleiche mit den lebenden Dibranchiaten aufbaute. Die Aptychen sind bekanntlich kalkige, symmetrisch zweiklappige, konvex-konkave Gebilde von einer eigentümlichen maschigen Struktur (durch Meneghini und Bornemann, Atti Soc. Tosc. Sc. nat. vol. VI, 1876, studirt), an deren Zugehörigkeit zu den Ammoniten heute wol Niemand mehr zweifelt. Alle früher versuchten Deutungen dieser Körper als Deckel oder als Schutzorgan der weiblichen Nidamentaldrüse (wobei man natürlich einen *Nautilus* im Auge hatte) konnten weder die Form noch das Vorkommen derselben in ungezwungener Weise erklären. Dasjenige Organ der jetzigen Cephalopoden, mit welchem man den Aptychus sowol seiner Lage im Tier als auch seiner Form und Struktur nach passend vergleichen kann, ist der sog. Nackenknorpel der Dibranchiaten, der dicht unter der Körperfläche hinter dem Kopfe gelegen, mit seiner Unterseite zur Anheftung von Muskeln dient. Dieser allein bei den Dibranchiaten vorhandene Knorpel besitzt dieselbe zweiklappig-symmetrische Gestalt wie der Aptychus und seine Struktur lässt sich ungezwungen auf die des Aptychus beziehen, abgesehen von dem einen Unterschiede, dass der letztere verkalkt war, der Nackenknorpel aber keine Kalkeinlagerungen aufweist. Dass hierauf gegenüber den schwerwiegenden Analogien kein zu großes Gewicht gelegt werden darf, braucht kaum hervorgehoben zu werden.

Mit dem Nachweise eines dem Nackenknorpel homologen Gebildes bei den Ammoniten ist nun auch ein sicherer Anhaltspunkt für die richtige Deutung der Schale in Bezug auf das Ammonitentier gewonnen. Da der Aptychus sich im Innern der Schale sehr häufig an einer ganz bestimmten Stelle, nämlich an der Externseite derselben findet, so muss das Tier endogastrisch gewesen sein, d. h. die Rücken-

seite befand sich an der convexen Seite der Schale, während bekanntlich *Nautilus* und *Argonauta* die entgegengesetzte Lage einnehmen, also exogastrische Cephalopoden sind. Freilich widersprechen die heute herrschenden Ansichten von der Aufrollung der Cephalopodenschale diesem Resultate geradezu. Namentlich hat Douvillé (Journ. d. Conchyliolog. 1880, vol. XX, p. 355) aus der eigentümlichen Form der wolerhaltenen Wohnkammeröffnung von *Ammonites pseudoanceps* mit großer Bestimmtheit den Schluss gezogen, dass das Ammonitentier eine ähnliche Lage in der Schale eingenommen habe wie *Argonauta*, und Neumayr hat sich dem in einem Referate über Douvillé's Arbeit (N. Jahrb. f. Min. etc. 1881, I, Ref., p. 437) mit noch größerer Bestimmtheit angeschlossen. Was diese Forscher veranlasst, den Ihering'schen Resultaten eine geringere Bedeutung beizulegen und eine endogastrische Aufrollung auszuschließen, ist wol hauptsächlich der Umstand, dass dabei die randständige Lage des Trichters aufgegeben werden müsste, weil sich an der Internseite keine Oeffnung für denselben vorfindet. Allein weshalb können wir uns bei den Ammoniten den Trichter nicht ebenso gut vom Schalenrande entfernt und mehr nach innen gerückt denken, da doch bei manchen paläozoischen Nautiliden, wie beispielsweise *Gomphoceras* etwas ganz Aehnliches vorhanden ist?

Gewiss kann man heutzutage noch nicht von einem Abschlusse der Ammonitenstudien reden. Allein, da die embryologischen Untersuchungen Branco's auf enge Beziehungen zwischen den Ammonitiden und der Gattung *Spirula* hinweisen und gleichzeitig die Lage des Aptychus mit der endogastrischen Aufrollung dieser Gattung im Einklange steht, so darf die Behauptung zum mindesten nicht als unbegründet zurückgewiesen werden, dass die Ammonitiden wahrscheinlich endogastrisch aufgerollte Dekapoden wie die Belemniten gewesen sind.

G. Steinmann (Strassburg).

J. Jbsen, Professor i Anatomi. Anatomiske Undersogelser over Orets Labyrinth, afsluttet af Forfatteren i 1846. Nu udgivet paa Carlsbergfondets Bekostning ved Dr. P. L. Panum.

56 Seiten mit 3 Doppeltafeln und Erklärung der Figuren Seite I—XIV. Kopenhagen 1881. H. Hagerup.

Der Text zu den seit dem Jahre 1861 bekannten Tafeln Jbsen's ist endlich erschienen und ermöglicht es nun, die Ansichten des Verfassers über die Entwicklung des häutigen Labyrinths in der Wirbeltierreihe näher kennen zu lernen. Als Grundlage des Gehörorgans ist der Vestibular- oder Steinsack anzusehen, von dem bei den Wirbeltieren sich die Teile entwickeln, welche man als Labyrinth bezeich-

net. Zunächst treten bei *Myxine* zwei Ampullen und der horizontale Bogengang[1]) auf, dann bei *Petromyzon* zwei Ampullen und die zwei vertikalen Kanäle mit ihrer Commissur. Bei den höhern Wirbeltieren sind 3 Bogengänge mit 3 Ampullen vorhanden, die nun nicht mehr in den Steinsack einmünden, sondern in einen eignen Schlauch, den Alveus [Utriculus], der anfangs noch mit dem Steinsack in Verbindung bleibt. Zuerst bei *Petromyzon* entwickelt sich als Anhang des Vestibularsacks (großen Steinsacks) der kleine Steinsack. Nach der gegenseitigen Lage dieser beiden Steinsäcke teilt Verfasser die Labyrinthe der Wirbeltiere in drei Gruppen, von denen die zwei ersten von einem gemeinschaftlichen Ausgangspunkt, dem einfachen Vestibularsack, in der Entwicklung voranschreiten, bis sie wieder bei *Echidna* und *Ornithorhynchus* zusammentreffen, um mit diesen in die dritte Gruppe überzugehen.

Die Entwicklung der Schnecke geschieht in der Weise, dass der mit der innern Wand des großen Steinsacks (Cochleasack) zusammenhängende Otolith sich immer weiter von dieser entfernt, und durch das Nachziehen der Wand eine Scheidewand entsteht, welche den Sack in die beiden Scalae theilt. In dieser Scheidewand verlaufen die Zweige des Hörnerven zum Otolithen, welcher in der Säugetiergruppe zur Lamina spiralis accessoria wird. Der Sacculus fehlt der ersten Gruppe, da der kleine Steinsack, welcher demselben entspricht, in derselben zur Lagena wird.

Das charakteristische der ersten Gruppe — Neunaugen, Reptilien und Vögel — ist die Lage des kleinen Steinsacks unter dem großen, und die Kommunikation beider, die sich vollkommen ausbildet, so dass beide endlich zu einem Organ (der Vogelschnecke entsprechend) zusammenschmelzen, an dem man nur undeutliche Spuren früherer Trennung findet. Bei den Reptilien schnürt sich zuerst der untere Teil des großen Steinsacks von dem obern ab, und bildet mit dem kleinen Steinsack (Lagena) die Schnecke. Bei Vögeln wird auch der obere Teil des großen Steinsacks mit zur Bildung der Schnecke verwendet.[2])

In der zweiten Gruppe — Amphibien, Fische — liegt der kleine Steinsack hinter dem großen und steht anfangs mit ihm in Verbindung; doch reißt er sich später los, um als ein eigener Sack unter den Alveus [Utriculus] zu steigen, wo er ebenfalls durch die ganze dritte Gruppe seinen Platz einnimmt, indem er den runden Vestibularsack (Sacculus) der Säugetiere bildet. Der große Steinsack entwickelt sich selbstständig und unabhängig von seinem verschiedenen Verhalten zu dem kleinen, aus einer einfachen Blase mit Gehörsand (Otokonien)

1) Retzius ist der Ansicht, dass dieser Teil eher dem Utriculus entspreche.

2) Zu dieser Anschauung kam Verf. wol dadurch, dass er den bei Vögeln sehr reducirten Sacculus übersah. Da der große Steinsack nach ihm schlechtweg der Schnecke entspricht, konnte er auch den bei Eidechsen und Krokodilen deutlichen Sacculus nicht als solchen auffassen.

und ausgespreiteten Nervenfasern — Frösche, Rochen — zu einem ovalen Sack mit porzellanartigem Otolithen und zeigt Spuren einer Teilung durch eine häutige Zone, zwischen deren Blättern Nervenzweige verlaufen.

Der große Steinsack ist in der dritten Gruppe spiralförmig gewunden und in zwei vollkommen getrennte Scalae durch eine Zone getrennt, deren äußerer Rand, wie in der zweiten Gruppe, an eine kalkartige Masse geheftet ist (Concholith oder accessorisches Spiralblatt). In den beiden vorigen Gruppen bildete der große Steinsack entweder eine geschlossene Höhle oder stand mit dem Alveus in Kommunikation; in dieser öffnet er sich ins Vestibulum, dessen Perilymphe mit der Endolymphe des Sacks zusammenfließt.[1]) Diese Gruppe wird von den Säugetieren gebildet, mit Ausnahme der Uebergangsformen *Echidna* und *Ornithorhynchus*.

Den Aquaeductus vestibuli (mit dem Recessus labyrinthi) fand Verfasser bei den meisten Wirbeltieren.[2]) Seiner Ansicht nach spielt die Vorhofswasserleitung ihre wichtigste Rolle im Embryonalleben als Verbindung zwischen dem häutigen Labyrinth und außerhalb der Labyrinthhöhle gelegenen Organen. „Die Ueberreste dieser Verbindung finden sich noch bei einzelnen erwachsenen Tieren in dem Rohr, das bei Rochen und Haien zur Haut des Scheitels aufsteigt, dann in dem rudimentären Rohr, welches von der Schnecke der Vögel und dem großen Steinsack der Krokodile, Schildkröten und Schlangen zu diesem Kanal geht. — Die Schneckenwasserleitung ist ohne Zweifel das ganze Leben hindurch ein Gefäßkanal, der bei einzelnen Tieren zugleich einen Nervenzweig aufnimmt".

Der Hörnerv hat gewöhnlich drei Fascikel, von denen der erste zum Alveus [Utriculus] und den zwei vordern Ampullen geht, der zweite zum großen Steinsack (Cochlea), der dritte zum kleinen Steinsack und zur hintern Ampulle.

Wenn nun auch seit der Abfassung des Ibsen'schen Werkes unsere Kenntnisse über die vergleichende Anatomie des Gehörorgans besonders durch die Arbeiten von Hasse und seinen Schülern, sowie von Retzius bedeutend erweitert sind, so haben doch die genauen Beschreibungen und Abbildungen der häutigen Gehörorgane durch die ganze Wirbeltierreihe, sowie der erste Versuch, die allmähliche Entwicklung der einzelnen Labyrinthteile aus der ursprünglichsten Form

---

1) Diese Ansicht über die Kommunikation der Scala cochleae mit dem Vestibulum findet ihre Begründung darin, dass Verf. den endolymphatischen Raum der Schnecke (Ductus cochlearis) nicht kannte — sowie die äußere Schneckenwandung für identisch mit der Wandung des ursprünglichen Vestibularsacks hielt.

2) Ketel (Hasse, anat. Studien) fand denselben schon bei Myxine. Derselbe kommt also bei allen Wirbeltieren vor, bei denen überhaupt ein Gehörorgan nachgewiesen ist.

nachzuweisen, noch ein hohes Interesse. Als besonders wichtige Entdeckungen des Verfassers werden von dem Comité der kgl. dän. Ges. d. Wissensch.[1]) hervorgehoben:

1) Die Entdeckung der Ampullen bei *Myxine*.

2) Die Lage der membranösen Bogengänge am konkaven Rande der Innenseite der knöchernen Kanäle.

3) Im Ohre von Schlangen, Schildkröten, Krokodilen und Vögeln hat er gefunden, dass sich eine röhrenförmige Verlängerung vom Steinsack oder der Schnecke durch den Aquaeductus vestibuli zur Dura mater erstreckt. Diese Verlängerung des häutigen Labyrinths hält Verfasser wol mit Recht für analog mit der längst bekannten röhrenförmigen Verlängerung des Steinsacks der Plagiostomen, welche durch einen eignen Gang im Knorpel zu der Oberfläche des Schädels verläuft.

4) In dem Aquaeductus cochleae fand er bei Walen und Seehunden einen Zweig des Nervus vagus.

5) Beim menschlichen Embryo sah er am Sacculus oblongus (Alveus) einen trichterförmigen Fortsatz, der sich zu einem kleinen Loche im Rahmen des Foramen ovale hinzieht. Er deutet diese Verlängerung gewiss richtig als Ueberrest einer frühern Verbindung zwischen häutigem Labyrinth und Trommelhöhle.

6) An der von Huschke und Hyrtl beschriebenen Lamina spiralis accessoria fand er eine ganz besondere Härte und einen mikroskopischen Bau, wonach dieselbe dem Otholiten im Steinsack der Fische analog zu sein scheint. — Wenn sich diese Angabe bestätigt, wird sie den sichersten Beweis für die Analogie der Schnecke mit dem Steinsack abgeben.

7) In Bezug auf die Verzweigungen der Schnecken-Arterien hat er das merkwürdige Verhalten bei Menschen und Säugetieren entdeckt, dass die verschiedenen Zweige der Arteria auditiva interna wieder zu einem spiralig verlaufenden Gefäße zusammentreten, und dass erst von diesem die End-Verzweigungen ausgehen.

Kiesselbach (Erlangen).

Carl Sachs, Untersuchungen am Zitteraal (Gymnotus electricus). Nach seinem Tode bearbeitet von Emil du Bois-Reymond mit zwei Abhandlungen von Gustav Fritsch. Leipzig 1881. 447 Seiten. 49 Holzschnitte und 8 Tafeln.

Das vorliegende Werk stellt eine sowol auf Grund älterer Untersuchungen, wie auch neuer von Carl Sachs in den Llanos von Südamerika angestellter und in seinem Nachlass vorfindlicher Beobachtungen verfasste Monographie des unter den elektrischen Fischen

1) Die Abhandlung wurde am 25. Juni 1846 der kgl. dänischen Gesellschaft der Wissenschaften übergeben.

zu besonderer Berühmtheit gelangten *Gymnotus electricus* dar. Es enthält im ersten Hauptabschnitt eine zoologisch-anatomische Beschreibung des Tieres, aus welcher ich mit Uebergehung der nicht den elektrischen Apparat betreffenden anatomischen und histologischen Angaben Nachstehendes hervorhebe.

Der Zitteraal besitzt, wie man seit Hunter weiss, zwei Paare elektrischer Organe, welche über ein Drittel des Körpergewichts ausmachend der von vorn nach hinten sich verschmälernden Form des Fisches sich anpassen und über einander liegen, die beiden großen von den unterliegenden kleinen durch Muskelgewebe („Zwischenmuskelschicht") geschieden. Jedes der 4 Organe erscheint seiner ganzen Länge nach durch horizontale Scheidewände („Längsscheidewände") in über einander gelegene Räume abgeteilt, die ihrerseits durch zarte, dicht gedrängte, bindegewebige „Querscheidewände" in enge Fächer zerfallen, in welchen die von Bilharz als „elektrische Platten" bezeichneten Gebilde, die demnach eine schmale, bandförmige Gestalt besitzen und deren größte Länge der halben Körperbreite entspricht, aufgehängt sind. Die Längsscheidewände erteilen dem Organe ein längsstreifiges Aussehen, während die Querscheidewände den zwischen je zwei Längsstreifen befindlichen Raum dicht quergestreift erscheinen lassen. Als „Säule" bezeichnet man die Gesamtheit der zwischen je 2 Längsscheidewänden enthaltenen Fächer mit ihren Platten. Es kommen im Durchschnitt 10 Platten auf ein Millimeter, und da die Organe eines mittelgroßen, 1 m. langen Tieres etwa 80 cm. lang sind, so gibt dies, abgesehen von dem noch zu erwähnenden Sachs'schen Säulenbündel, 8000 Platten hinter einander. Es ist bemerkenswert, dass nach einem zuerst von Delle Chiaje für den Zitterrochen aufgestellten und später besonders von Babuchin vertheidigten Satze, die Zahl der Säulen beim Wachstum des Tiers konstant bleibt und nur deren Größe zunimmt. Dieses von du Bois-Reymond als „Delle Chiaje's und Babuchin's Satz von der Präformation der elektrischen Elemente" bezeichnete Gesetz darf wol für alle Zitterfische als giltig angesehen werden. Im Uebrigen bewegt sich die Totalsumme aller Säulen des großen Organs nach Fritsch in sehr weiten Grenzen, erreicht zuweilen nicht die Zahl von 50 und steigt gelegentlich bis 100. Die größte Säulenzahl haben in der Regel die kleinern Individuen. Da nach den Messungen von Humboldt und Sachs das Dickenwachstum des Zitteraals hinter dem Längenwachstum zurückbleibt und daher der Widerstand der elektrischen Organe nur langsam und vielleicht gar nicht abnimmt, so kann die mit der Länge des Tiers zunehmende Stärke des Schlags nur darauf beruhen, dass die Kraft der Organe mit deren Länge wächst.

Mit großem Interesse durfte man der von Sachs an Ort und Stelle angestellten anatomisch-histologischen Untersuchung der elektrischen Organe von *Gymnotus* entgegensehen, zumal hier so wider-

sprechende Befunde zweier hervorragender Forscher wie M. Schultze und F. Pacini vorlagen. Nach letzterm hätte man sich jede elektrische Platte frei aufgehängt in ihrem Fache vorzustellen, die vordere Fläche besetzt mit dichtgedrängten, großen, die hintere mit kleinern durch dornförmige Fortsätze unterbrochenen Papillen. Schultze dagegen lässt die hintere Fläche jeder Platte auf der einen Querscheidewand des Faches aufruhen und läugnet außerdem die „Dornpapillen". Die Untersuchungen von Sachs haben nun die Richtigkeit der Angaben Pacini's in fast allen Punkten bestätigt. Ganz frisch erscheint die nicht doppeltbrechende, größtenteils aus Eiweißkörpern bestehende Platte glasartig homogen, und nur in den Papillen lassen sich granulirte Zellen mit Ausläufern erkennen. An Osmiumpräparaten erscheint jedoch der hintere Rand des Plattendurchschnitts fein gestreift etwa nach Art des Cuticularsaumes der Darmepithelzellen. Sachs bezeichnet diesen Teil der Platte als „Stäbchenschicht". Ranvier beschreibt die analogen, zuerst von Boll gesehenen stäbchenförmigen Gebilde beim Zitterrochen als „cils électriques" und schreibt ihnen eine besondere elektrische Bedeutung zu, während du Bois-Reymond geneigt ist, dieses Strukturverhältniss mit den Stoffwechselvorgängen der elektrischen Platte in Zusammenhang zu bringen. Ebenso ist du Bois der Meinung, dass „die mit der Dicke der Platte Schritt haltende Vergrößerung ihrer Oberfläche (durch die hervorsprossenden Papillen) nur die Bedeutung habe, dass dadurch ein für die Leistungen des elektrischen Gewebes unentbehrlicher Stoffwechsel ermöglicht wird." Beim Absterben trüben sich die Platten in kurzer Zeit und spalten sich bisweilen in 2 Lamellen. Die von den bindegewebigen Querscheidewänden her durch den hintern Spalt zu den Platten tretenden Nerven zeigen meist nur dichotomische Teilungen, niemals kommt es zur Bildung so mächtiger Nervenendbüsche, wie sie Rud. Wagner am Zitterrochen entdeckte und Ewald in neuerer Zeit einer eingehenden Untersuchung unterzog. Ueber die Art der Endigung der elektrischen Nerven in der unmittelbar unter den hintern Papillen gelegenen „Nervenschicht" der Platte konnte Sachs trotz vieler Bemühungen zu keinem entscheidenden Resultate gelangen. Er sagt darüber in seinem Tagebuch: „Es ist immer eine Art Hügel vorhanden, das Bild ist ein wechselndes, bald mehr an die Kühne'sche Platte, bald wieder mehr an das Schultze'sche Netz erinnernd." Nach Fritsch setzen sich die in grobe Fibrillenbündel zerfallenden Axencylinder der Nervenendzweige vorwiegend an die „Dornpapillen" an. Der hintere, obere Teil der beiden großen Organe (das „Sachs'sche Säulenbündel") besitzt, wie Sachs fand, eine wesentlich verschiedene Struktur, indem hier die zwischen je zwei Längsscheidewänden ausgespannten Querscheidewände viel weiter von einander abstehen und daher die Fächer für die elektrischen Platten viel geräumiger sind. Diese selbst tragen an ihrer vordern

Fläche sehr große, zugespitzte Papillen, welche oft eine matte Querstreifung am Rande oder in der Mitte, wie auch Spuren von Doppelbrechung erkennen lassen. Die Längsscheidewände des betreffenden Organabschnitts verlaufen nicht durchaus paralell, sondern verschmelzen vielfach sowol in der Längs- wie Querrichtung mit einander. Da, wie Babuchin fand, die elektrischen Platten des Zitterrochen sich aus embryonalen Muskeln entwickeln, so lag es nahe, die erwähnte Querstreifung der vordern Papillen im Sachs'schen Säulenbündel für die Deutung ihres Ursprungs aus Muskelgewebe zu verwerten. Doch gelang es Sachs nicht, Uebergangsbildungen an der Grenze von Muskeln und weitfächerigen Säulen zu finden. Immerhin erblickt er in diesen ein minder hoch entwickeltes elektrisches Gewebe, welches etwa die Mitte hält zwischen „vollkommenem und unvollkommenem elektrischem Gewebe", wie es in den sogenannten pseudoelektrischen Organen gewisser Nilfische, des gemeinen Rochen und des Gymnotinen *Sternopygus virescens* vorkommt. Du Bois-Reymond macht jedoch Gründe geltend, welche gerade für eine stärkere elektromotorische Wirksamkeit des Sachs'schen Säulenbündels sprechen.

Obschon Sachs keinerlei sichere Anhaltspunkte für die Deutung der vollständig ausgebildeten elektrischen Platten mit Rücksicht auf ihre Entwicklung aus Muskelelementen gewinnen konnte, so weisen doch die Beobachtungen von G. Fritsch mit Wahrscheinlichkeit darauf hin, dass man in den Papillengruppen Reste von Muskelprimitivbündeln vor sich habe, deren ursprüngliche Verlaufsrichtung auf der Plattenebene senkrecht stehend zu denken wäre. „Ein Zerfall der Platte längs der Mittellinie (Pacini'sche Linie) würde einem Zerfall des Muskels in Bowman'sche Discs gleichstehen. Die Nervenendigungen hätten sich histologisch den als sogenannte Nervenendplatten der Muskeln beschriebenen Bildungen anzureihen." Jede Gymnotusplatte wäre natürlich einer größern Anzahl von Primitivbündeln gleichwertig, „deren als mittlere Verbreiterungen auftretende Plattenbilder sich eng an einander lagerten und verkitteten. Als Andeutung dieser geschehenen Verkittung sieht man an feinen Plattenquerschnitten dieselbe in Teilstücke zerfallen, deren Trennungslinien auch bei noch nicht gestörter Ordnung häufig sichtbar werden."

Nachdem die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von Babuchin der Anschauung, dass die elektrischen Organe als metamorphosirte Muskeln aufzufassen seien, eine feste Grundlage gegeben hatten, lag es nahe die Frage auch vom vergleichend anatomischen Standpunkte aus zu prüfen.

Da sowol die vollkommenen, wie auch die unvollkommenen elektrischen Organe bei den verschiedenen Fischen ganz verschiedenen Muskelgruppen zugerechnet werden müssen und demnach topographisch an keine bestimmte Region gebunden sind, so darf man wol

schließen, dass „alle Muskeln des Körpers, deren normale Funktion für die Existenz des Individuums entbehrlich erscheint, als gleichwertige Grundlage zur Ausbildung elektrischer Organe“ dienen können.

Hinsichtlich der Frage nach der Homologie der Zitteraalorgane versprach der Wels (*Silurus glanis*) den sichersten Aufschluss, da dessen anatomischer Bau ihn den Gymnotinen nahe verwandt erscheinen lässt. Nach Fritsch, welcher zuerst auf diese Uebereinstimmung im Bau der beiden Fische hinwies, hat man einen schmalen Muskelstreif, welcher als Abzweigung von den platten Bauchmuskeln des Welses, hinter dem Schultergürtel beginnt und nach hinten sich verschmälernd unter den Seitenmuskeln bis gegen das Schwanzende verläuft (Musculus lateralis imus Fritsch), als den großen elektrischen Organen des *Gymnotus* homolog zu betrachten, indem diese hier an Stelle jenes Muskels getreten sind, von welchem nur die früher erwähnte, mit dem großen Organ noch in einer gemeinsamen Fascie gelegene, Zwischenmuskelschicht einen nicht in elektrisches Gewebe umgewandelten Rest darstellt. Die Grenze der Zwischenmuskelschicht und der Säulen des großen Organs dürfte daher wol auch an embryonalen oder vielleicht selbst nur jugendlichen Individuen noch am ehesten die von Sachs so eifrig gesuchten Uebergangsformen zwischen quergestreiften Muskelfasern und elektrischem Gewebe erkennen lassen.

Die beiden kleinen Gymnotusorgane gehören dem System der Flossenträgermuskeln an und zwar sind es die tiefen Flossenträgermuskeln, aus welchen sie sich nach Fritsch entwickelt haben. Hiermit stimmt überein, dass die Säulenzahl der kleinen Organe gegen den Schwanz hin zunimmt, während beim großen Organe das Umgekehrte der Fall ist.

Wir verdanken Fritsch auch eine genaue anatomisch-histologische Untersuchung des Centralnervensystems von *Gymnotus electricus*, durch welche die schon erwähnten verwandtschaftlichen Beziehungen unsers Welses zu dem Zitteraal abermals in überzeugendster Weise klargestellt und die Bedeutung des Rückenmarks als „Innervationscentrum“ der elektrischen Organe bewiesen wird.

Das Gehirn zeichnet sich sowol bei den Gymnotinen, wie auch beim Wels durch die mächtige Entwicklung des Kleinhirns aus, das seinerzeit von Valentin als Lobus electricus beschrieben und für das Analogon des von Humboldt am Gehirn des Zitterrochen entdeckten Lobus electricus angesehen wurde. „Da die elektrischen Organe des Zitteraals durch Intercostalnerven versehen werden, deren ungemeine Zahl seit Hunter die Aufmerksamkeit aller Erforscher des Gegenstands auf sich gelenkt hatte, war es indess ziemlich klar, dass das Centralorgan für die Organe im Rückenmark, nicht im Gehirn, zu suchen sei.“

Fritsch fasst die Resultate seiner diesbezüglichen Untersuchungen

in folgenden Worten zusammen: „Die Medulla spinalis erscheint keineswegs mächtig und von der gewöhnlichen Gestalt. Anfänglich etwas abgeplattet, gewinnt dieselbe im mittlern Teil des Körpers an Ausdehnung des sagittalen Durchmessers, um weiter gegen den Schwanzteil zu wieder platter zu werden. Das Mikroskop zeigt im größten Teil der Medulla spinalis ein Formelement von bemerkenswerter Gestalt und Anordnung. Es sind dies Ganglienzellen, welche im Allgemeinen die graue Substanz in der Weise erfüllen, dass die Masse der Zellen den Centralkanal in Gestalt eines nach vorn offenen Cylinders umgibt. Von den stark entwickelten Fortsätzen der Zellen gehen Axencylinderfortsätze in die vordern Wurzeln über und treten als elektrische Nerven zu den elektrischen Organen. Die andern Fortsätze der Zellen gehen in das Glianetz über. Die voll entwickelten, elektrischen Zellen zeichnen sich durch die rundliche Form, das besonders kräftig entwickelte Zellprotoplasma und durch den deutlichen breit angesetzten Axencylinderfortsatz aus. Die gewöhnlichen multipolaren (motorischen) Zellen erscheinen um so spärlicher, je zahlreicher die elektrischen werden, und erhalten fast ausschließlich die Randpartie der Vorderhörner als Stellung angewiesen. Am Anfang wie am Ende der elektrischen Zellsäulen ist ihre Anordnung bilateral. Bevor die typischen Zellformen erscheinen, finden sich im vordern Ende der Medulla vereinzelte Zellen, welche als Uebergangsformen von typischen, multipolaren Zellen zu elektrischen betrachtet werden müssen."

Von den Ergebnissen der von Sachs an Ort und Stelle ausgeführten physiologischen Untersuchungen soll im Folgenden das Wesentlichste mitgeteilt werden.

Der Schlag des Zitteraals vermag, wie Sachs an sich selbst erfuhr, außerordentlich kräftige Wirkungen zu entfalten, wenn sich der menschliche Körper in einem Kreise befindet, durch welchen jener in voller Stärke hindurchgeht. Faraday verglich seinerzeit den mittelstarken Schlag eines Zitteraals „der Entladung einer auf's Höchste geladenen Leydener Batterie von 15 Flaschen mit einer doppelt belegten Glasoberfläche von 2.258 Quadratmeter." Wird der Fisch isolirt nur mit einer Hand berührt, so ist die physiologische Wirkung des Schlags nur gering, da nur einige Stromschleifen hiefür in Betracht kommen. „Ein mäßig kräftiger auf Stromschleifen beruhender Schlag durch die Fingerspitze" sagt Sachs, „hat große Aehnlichkeit mit kurzer Einwirkung des Schlitteninductoriums. Man hat die untrügliche Empfindung der Dauer, der oscillirenden Natur des Schlags." Sehr kräftig sind auch die Wirkungen beim Eintauchen in Wasser, das mit den vom Tiere im Augenblick des Schlags ausgehenden Stromkurven erfüllt ist.

Ueber die Verteilung der elektrischen Spannungen am schlagenden Zitteraal besitzen wir bereits Angaben von Faraday, denen

zufolge jeder Punkt des im Wasser befindlichen Fisches sich negativ verhält gegen jeden davor, und positiv gegen jeden dahinter gelegenen Punkt des Tiers. Die Wirkungen sind um so stärker, je weiter aus einander gelegene Punkte berührt werden, und werden Null, sobald die abgeleiteten Punkte symmetrisch zur Sagittalebene des Tiers liegen. Demnach liegt der positive Pol jeder Säule am Kopfende, der negative am Schwanzende und die Stromesrichtung wird im Organe im Augenblick des Schlags im allgemeinen aufsteigend sein; du Bois-Reymond bezeichnet diese Richtung als die positive, die entgegengesetzte als die negative.

Humboldt hatte schon die Vermutung ausgesprochen, dass der Zitteraal seine elektrischen Organe unter Umständen nur partiell entlade und Sachs hat in der Tat durch eigens auf diesen Punkt gerichtete Versuche die Existenz solcher „Streckenentladungen" bewiesen. Mit Rücksicht auf den abweichenden Bau des in der hintern Hälfte der großen Organe gelegenen Sachs'schen Säulenbündels wäre es von Interesse gewesen zu erfahren, ob die geringere Stärke des Schlags der hintern Hälfte des Zitteraals, welche Sachs (wie vorher schon du Bois am Zitterwelse) beobachtete, auf einer Verschiedenheit der elektromotorischen Kraft oder nur auf einer verschiedenen Verteilung der Widerstände beruht. Es harrt jedoch diese Frage noch ihrer Entscheidung.

Die von Faraday aufgestellten Wahrzeichen eines ächten elektrischen Stromes: physiologische Wirkung, Ablenkung der Magnetnadel, Magnetisirung, Funken, Wärmeerzeugung, Elektrolyse und Leitung durch heiße Luft lassen sich sämmtlich am Schlage der Zitterfische konstatiren mit einziger Ausnahme des letzten. Es hängt dies damit zusammen, dass erfahrungsgemäß die mächtigsten tierischen Entladungen unfähig sind, selbst geringe Widerstände zu überwinden, eine Tatsache, die schon frühzeitig die Aufmerksamkeit insbesondere Cavendish's auf sich gezogen hatte („Cavendish's Problem") und sich auch in dem Umstande äußert, dass es nur in seltenen Fällen gelingt, einen Entladungsfunken durch eine Lücke im Kreise des mächtigsten Zitterfischschlags überspringen zu sehen. Die Erklärung liegt in dem von du Bois-Reymond schon 1842 aufgestellten Satze, dass die Ströme aller tierischen Elektromotoren durch Nebenschließung gewonnen sind. Denn es lässt sich zeigen, dass von zwei gleich starken Strömen A und B in identischen Leitern, von welchen A ohne, B mit Nebenschließung gewonnen ist, durch Einschaltung eines gleichen additionellen Widerstandes in den identischen Leiter B stärker geschwächt wird als A, und um so mehr, je größer der wesentliche Widerstand.

Die von Sachs ausgeführten Magnetisirungsversuche von Stahlnadeln durch den Zitteraalschlag boten insofern Interesse dar, als sie die Möglichkeit eröffneten, ein etwaiges Hin- und Hergehen desselben

durch eine wechselnde Polarität der Nadeln zu erkennen. Es scheint dies hiernach nicht der Fall zu sein.

Von besondrer Wichtigkeit sind die Resultate der Untersuchungen von Sachs am ausgeschnittenen Organ und an einzelnen Teilen desselben, da solche Versuche eben nur an Ort und Stelle angestellt werden können.

Hier handelte es sich zunächst darum, zu untersuchen, ob und unter welchen Umständen das elektrische Organ des Zitteraals auch während der Ruhe elektromotorische Wirkungen erkennen lässt. Du Bois hatte das Organ des Zitterwelses, Eckhard das des Zitterrochen in der Ruhe völlig unwirksam gefunden, während allerdings von andrer Seite gegenteilige Angaben vorlagen (Zantedeschi, Matteucci). Zum Verständniss des Folgenden sei bemerkt, dass unter Längsschnitt ein der Axe des Organs paralleler, dessen Querscheidewände senkrecht treffender Schnitt, unter Querschnitt ein den Querscheidewänden paralleler Schnitt zu verstehen ist.

Bei Ableitung von der Kopf- und Schwanzfläche eines prismatischen Organstücks von etwa 4 cm. Länge und 2.5 cm. Seite fand Sachs einen ↑ also positiv gerichteten Ruhestrom („Organstrom“). Die elektromotorische Kraft betrug in diesem Falle nur 0,015—0,03 Dan., also kaum soviel wie die eines mit Längs- und Querschnitt aufliegenden Froschnerven. Wurde von 2 in einer der Längsaxe des Tiers parallelen Linie gelegenen Punkten der natürlichen Oberfläche des Organs abgeleitet, so zeigte sich ebenfalls ein schwacher ↑ gerichteter Strom; dagegen erfolgte am Galvanometer kein Ausschlag, wenn die Endpunkte der Queraxe des Organs von außen nach innen oder von oben nach unten ableitend berührt werden.

Schon Matteucci sah die Organstromkraft nach jedem Schlage vorübergehend zunehmen und nach du Bois hätte man dieselbe überhaupt nur als einen „hinterbleibenden Teil des Schlages“ anzusehen. Eine gegenteilige, also vermindernde Wirkung hat das Tetanisiren des Organs auf dessen Stromkraft. Mittels aufgelegter stromprüfender Froschschenkel hatte Matteucci gezeigt, dass auch das ausgeschnittene elektrische Organ des Zitterrochen und selbst Stücke desselben in Tätigkeit geraten, wenn mechanische Reize auf dieselben einwirken, und Babuchin bestätigte diese Beobachtungen über direkte Reizbarkeit der elektrischen Organe auch beim Zitterwelse. Sachs beschränkte sich bei seinen diesbezüglichen Versuchen nicht auf mechanische Reize, sondern bediente sich auch der chemischen und thermischen Reizmethode. Der Erfolg wurde mittels des Galvanometers bei gleicher Ableitung wie früher (von Kopf- und Schwanzfläche) geprüft. Das aufliegende Organstück zeigte sich nicht nur für mechanische Einzelreize (leichte Schläge mit einem Lineal), sondern auch thermischen und chemischen Einwirkungen gegenüber empfindlich. Bei der nahen Verwandtschaft der elektrischen Organe mit

den Muskeln durfte man erwarten, dass das Ammoniak, welches als energisches Reizmittel der Muskelsubstanz bekannt ist, auch das elektrische Organ kräftig erregen würde, was denn auch Sachs' Beobachtungen bestätigten. Immer wenn der Längsschnitt des Organstücks mit Ammoniak in Berührung kam, verrieth der Galvanometer einen kräftigen ↑ Strom, der etwa $^1/_2$ Minute anhielt. Vom Querschnitt aus sind begreiflich keine Wirkungen zu erhalten.

Auch betreffs der direkten Erregung durch einzelne Induktionsschläge stellte sich ein mit den Muskeln übereinstimmendes Verhalten des elektrischen Organs heraus, indem sich zeigte, dass Schließungsschläge dasselbe nicht erregen, während die auch auf andere irritable Gebilde stärker wirkenden Oeffnungsschläge erregende Wirkungen hervorbringen. Hierbei zeigte sich, dass ↓ also dem Organschlag entgegengesetzt gerichtete Oeffnungsschläge stärker wirkten, als ↑ gerichtete oder gar das prismatische Organstück in querer Richtung durchsetzende Induktionsschläge. Tetanisirende Wechselströme erregen das Organ schon sehr stark bei einem Rollenabstand, bei welchem Einzelschläge noch kaum spurweise wirken.

Wegen der Kürze der an das elektrische Organ des Zitteraals jederseits aus dem Rückenmarke in großer Zahl herantretenden Nerven, erscheint dasselbe zu Versuchen über indirekte elektrische Reizung viel weniger geeignet, als das des Zitterwelses, bei welchem die beiden elektrischen Nerven mit Leichtigkeit auf lange Strecken hin präparirt werden können. Indess gelang es Sachs der Schwierigkeiten ziemlich Herr zu werden.

Schon du Bois-Reymond hatte gefunden, dass Schließen und Oeffnen starker Kettenströme vom elektrischen Nerven des Zitterwelses aus keine Schläge des Organs auslöste und analoge Beobachtungen machte auch Babuchin. Sachs konstatirte hierauf die wichtige Tatsache, dass die elektrischen Nerven des Zitteraals selbst bei Einwirkung der stärksten Einzelschläge eines Schlittenapparats keine irgend beträchtliche Wirkung an dem Organe auslösen, während dagegen das Tetanisiren mit Wechselströmen sich auch in diesem Falle sehr wirksam erweist. Das Galvanometer lässt dann einen starken im abgeleiteten Organstück ↑ Strom erkennen, dessen Diskontinuität durch den Tetanus eines im Kreise befindlichen Froschpräparats leicht nachzuweisen ist.

Durch Curare werden die letzten Enden der Muskelnerven der meisten Thiere gelähmt. Die Fische, ganz besonders aber die elektrischen Nerven der Zitterfische, zeigen jedoch eine beträchtliche Widerstandsfähigkeit gegen das genannte Gift. Ja die Erregbarkeit der letztern ist sogar, wie Sachs fand, in einem vorgerückten Stadium der Curarewirkung erheblich gesteigert, so dass sich diese Nerven dann selbst für einzelne Induktionsschläge, wenn auch in viel geringerm Grade erregbar erweisen, als für tetanisirende Wechselströme. Das

curarisirte Organ reagirte noch wie der Muskel unter gleichen Verhältnissen auf direkte mechanische, chemische und elektrische Reizung.

Wenn man eine Nerven- oder Muskelstrecke nach kürzerer oder längerer Einwirkung starker Kettenströme galvanometrisch untersucht, so findet man dieselbe in einem bestimmten Sinne elektromotorisch wirksam, auch wenn sie es vorher nicht war. Man erklärt diese zuerst von du Bois-Reymond genauer untersuchten „sekundär elektromotorischen" Wirkungen durch eine innere Polarisation der betreffenden tierischen Teile. Während aber hier der Polarisationsstrom stets negativ d. i. dem polarisirenden Strom entgegengesetzt gerichtet ist, besitzt das überlebende elektrische Organ auch eine positive Polarisirbarkeit, was du Bois bereits beim Zitterwels erkannte. „Beide Polarisationen sind zugleich da, aber ihre Stärke hängt von Dichte und Dauer des polarisirenden Stromes verschieden ab und sie haben verschiedenen zeitlichen Verlauf." Die im gegebenen Fall beobachtete Polarisation ist daher immer gleich zu setzen der algebraischen Summe beider Polarisationen, so dass die resultirenden Wirkungen ziemlich verwickelt und nach Sachs' eigenem Geständniss „schwer zu deutende" sind. Anfangs war die negative Polarisation stets überwiegend, rein positive Ausschläge des Magneten, wie sie du Bois bei größter Dichte des polarisirenden Stroms und kurzer Schließungsdauer am Zitterwelsorgan beobachtete, sah Sachs nicht erfolgen. Eine Differenz zwischen den Beobachtungen von Sachs am Zitteraal und von du Bois am Zitterwels ergibt sich auch hinsichtlich der relativen Stärke der Polarisation der beiden Richtungen des polarisirenden Stroms; denn während du Bois stets die positive Polarisation im Sinne des Schlages stärker fand, gibt Sachs dasselbe von dem negativen Polarisationsstrom an. Du Bois-Reymond ist geneigt, die Abnahme des Organstroms nach tetanischer Erregung auf das Ueberwiegen der negativen, die nach einzelnen Schlägen zurückbleibende Verstärkung des Organstroms dagegen auf eine überwiegend positive Polarisation des Organs durch den eigenen Strom zurückzuführen. Man bezeichnet die Zeit, welche zwischen dem Momente der direkten oder indirekten Reizung eines Muskels und dem Beginn seiner Verkürzung verfließt, seit Helmholtz als „Stadium der latenten Reizung". Die Frage nach Vorhandensein und Größe eines Latenzstadiums beim Zitterfischschlage hatte früher um so mehr Interesse, als dasselbe für oder gegen die sogenannte Entladungshypothese über die Wirkung von Nerv auf Muskel verwertet werden konnte.

Gestützt auf die Ansicht, dass nicht der Muskel sondern das periphere Endorgan der motorischen Nerven, die „Endplatten", den elektrischen Platten der Zitterfische homolog seien, hatte man sich vorgestellt, dass bei jeder Nervenreizung den Muskeln durch die Endplatten elektrische Schläge erteilt werden. Demgemäß hätte „das Latenzstadium der unmittelbar erregten Zuckung mindestens gleich

sein müssen dem Latenzstadium des mittelbar erregten Schlags und dem der unmittelbar erregten Muskelzuckung.“ Hiezu stimmte jedoch die Größe des zuerst von Marey bei indirekter Reizung des Zitterrochenorgans bestimmten Latenzstadiums nicht, indem dasselbe von gleicher oder längerer Dauer als das des Muskels gefunden wurde, eine Tatsache, welche bereits du Bois gegen die Entladungshypothese in ihrer ursprünglichen Form verwertete. Sachs fand das Latenzstadium des Zitteraalschlags am unmittelbar erregten Organ 0,0035 Sec.; indess ist diese Bestimmung noch nicht als ganz sicher zu betrachten.

Schon 1857 hat du Bois-Reymond gezeigt „dass die Dauer des Zitterwelsschlags und die der Muskelzuckung Größen einerlei Ordnung sind“ und Sachs hat dies auch für den willkürlichen Schlag des Zitteraals bestätigt. Nach Marey besteht jedoch jede solche Entladung des Tiers aus einer dichtgedrängten Reihe von einzelnen Stromstößen (flux électriques), vergleichbar den die tetanische Muskelkontraktion zusammensetzenden Einzelzuckungen. Die Dauer eines einzelnen durch indirekte Reizung des Organs (vom Zitterrochen) erhaltenen Stromstoßes beträgt nach Marey 0,07 Sec. und es folgen sich gewöhnlich etwa 25 Stöße mit einer Geschwindigkeit von 150 in der Secunde, woraus sich also die Dauer der Gesammtentladung zu 0,23 Sec. berechnet, ein Wert, der mit du Bois' Bestimmungen gut übereinstimmt. Es ist bemerkenswert, dass Sachs die Schlagdauer eines unmittelbar durch einen Oeffnungsinduktionsstrom erregten Organstückes viel kleiner fand (weniger als $^1/_{50}$ Sec.), als Marey die des vom Nerven aus erregten Organs ($^1/_{14}$ Sec.).

Bei freilebenden elektrischen Fischen erfolgt die Entladung wol hauptsächlich auf reflektorischem Wege und ist daher an die Integrität des betreffenden reflektirenden Centralorgans geknüpft, welches beim Zitterrochen durch den von Humboldt zuerst beschriebenen Lobus electricus des Gehirns, beim Zitterwels durch die von Bilharz entdeckte im Halsmark gelegene Riesenganglienzelle, deren Axencylinderfortsatz das elektrische Organ versorgt, repräsentirt wird. Die zahlreichen vom Rückenmarke des Zitteraals zu den elektrischen Organen hinzutretenden Nerven lassen von vorneherein hier komplicirtere Verhältnisse der Innervation erwarten und machen die Bedeutung eines großen Teils des Rückenmarks als reflektirendes Centralorgan wahrscheinlich. Mit dieser Voraussetzung stimmt allerdings die schon von Humboldt gemachte und von Sachs bestätigte Beobachtung nicht gut, dass vom geköpften Tiere keine fühlbaren Schläge auf reflektorischem Wege erhalten werden können.

Durch Strychninvergiftung wird, wie schon Mateucci fand, die Reflexerregbarkeit der elektrischen Fische sehr bedeutend gesteigert, so dass die leisesten Berührungen genügen, um kräftige Schläge auszulösen. Bei dieser Gelegenheit sei auch das für die Uebereinstimmung

der wesentlichsten Eigenschaften des elektrischen Organs und der quergestreiften Muskeln wichtigen Umstandes gedacht, dass durch anhaltende Tätigkeit die schwach alkalische Reaktion des frischen Zitteraalorgans in eine deutlich saure übergeht, wie dies vom Muskel seit du Bois' Untersuchungen bekannt ist. In gleicher Weise ändert sich die Reaktion beim Absterben.

Eine der merkwürdigsten und rätselhaftesten Eigentümlichkeiten der Zitterfische ist unstreitig deren Immunität gegen den eigenen Schlag, sowie auch gegen fremde elektrische Entladungen. Es ist dies allerdings nicht so zu verstehen, als ob diese Tiere elektrische Schläge gar nicht empfänden, was unzweifelhaft der Fall ist, nur wirken diese nicht so vernichtend auf dieselben ein, wie auf andere Geschöpfe. Die Immunität der Zitterfische ist eben keine absolute, sondern nur eine relative. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass, wie du Bois experimentell bewies, der andern Geschöpfen so verderbliche Schlag auch durch den Körper des ihn aussendenden Tiers hindurchgeht. Dass er aber gleichwol die Nerven desselben nicht erregt, kann wol kaum der zu geringen Dichte des Stroms in diesen zugeschrieben werden, dagegen war daran zu denken, ob nicht etwa der Fisch im Augenblick des Schlags seine Nerven vom Centralorgan aus in einen Zustand versetzen könne, in dem sie, wie etwa im Anelektrotonus, auf elektrische Reize schwerer ansprechen. Diese „Stählungshypothese" hielt jedoch der experimentellen Prüfung nicht Stand. Dagegen machte Boll auf den wichtigen Umstand aufmerksam, dass die Muskelnerven des Zitterrochen bei jeder Art elektrischer Reizung sich weniger empfindlich zeigen, also eine höhere Reizschwelle besitzen, als die des Frosches, was seinerzeit Humboldt am Zitteraal bemerkt zu haben scheint. Dass die elektrischen Nerven dieses Fisches sich, wie Sachs fand, für kurzdauernde elektrische Ströme in besonders hohem Grade unempfindlich erweisen, wurde bereits erwähnt. Sie bilden in dieser Beziehung ein Gegenstück zu durch Curare entnervten Muskeln. Dagegen sprechen sie leicht an auf viel schwächere aber in rascher Folge sich wiederholende Einzelreize. Ein analoges Verhalten bieten die sensiblen Nervenstämme des Frosches dar mit Rücksicht auf die durch elektrische Reizung derselben auszulösenden Reflexbewegungen. „Die elektrischen Platten des Zitteraalorgans verhalten sich also gegen die beiden (genannten) Formen der Reizung der elektrischen Nerven, wie die Ganglienzellen des Rückenmarks gegen die nämlichen Formen der Reizung sensibler Nerven."

Du Bois-Reymond knüpft an die Ergebnisse der bisher mitgeteilten experimentellen Untersuchungen einige theoretische Betrachtungen über die verschiedenen Möglichkeiten, den Mechanismus des Zitterfischschlags zu ergründen.

In den ersten Zeiten der Beschäftigung mit den elektrischen Fi-

schen neigte man sich vielfach der Ansicht zu, dass das Gehirn dieser Tiere die Quelle der Elektricität sei, während andere Forscher dieselbe aus der Berührung qualitativ verschiedener Gewebe und Flüssigkeiten des Tierkörpers herleiteten, wobei aber besonders der Mangel beständiger Wirksamkeit der Organe der Erklärung Schwierigkeiten bot. Du Bois-Reymond hat zuerst die im elektrischen Organe enthaltenen Patten (damals noch „Gallertscheibchen“ genannt) als diejenigen Teile bezeichnet, welche „im Augenblick der Entladung unter dem Einfluss des irgendwie in Tätigkeit versetzten Nervenagens in bestimmter Richtung elektromotorisch wirken“, gerade wie ein Muskel, wenn er von einem Nerven aus in Erregung versetzt wird. Dieser Vergleich wird noch zutreffender durch den früher erwähnten Umstand, dass die elektrische Platte eben nichts weiter ist, als metamorphosirter Muskel, mit welcher Anschauung außerdem die weitgehende schon mehrfach hervorgehobene Aehnlichkeit im physiologischen Verhalten beider Apparate aufs beste übereinstimmt. Selbst unter der ungünstigen Voraussetzung, dass die elektromotorische Kraft in einer erregten Platte nicht die eines Froschmuskels übersteigen würde, erhält man für den Zitterrochen eine Kraft von 30, beim Zitteraal eine von 450 Dan.

Den von Boll seinerzeit gemachten Versuch „den Schlag des elektrischen Organs allein durch die die Innervation begleitende negative Schwankung des Nervenstroms zu erklären“, unterzieht du Bois einer eingehenden Kritik und macht gegen diese Theorie unter anderm auch den Umstand geltend, dass hierbei die so komplicirt gebauten elektrischen Platten ganz überflüssig erscheinen und deren Dasein unverständlich sein würde.

Es wurde schon darauf hingewiesen, dass die Zahl der Säulen bei verschieden großen Individuen dieselbe bleibt. Mit Rücksicht darauf nun, dass die Stärke des Schlags mit der Größe des Tiers wächst, ergibt sich der Satz, dass die Kraft einer elektrischen Platte um so größer wird, je dicker diese ist. Es würde hieraus weiter zu folgern sein, „dass in den Platten die elektromotorische Kraft nach dem Princip der Säule vervielfältigt wird.“ Daraufhin wendet du Bois-Reymond seine bekannte Molekulartheorie auch auf das elektrische Organ der Zitterfische an; er hält die Platten für zusammengesetzt aus dipolar-elektromotorischen Molekeln, „welche während der Ruhe ihre Pole nach solchen Richtungen kehren, dass ihre äußern Wirkungen sich aufheben, welche aber beim Schlagen sämmtlich ihre positiven Pole schnell der Fläche des Organs zukehren, von wo der positive Strom ausgeht.“

In neuerer Zeit hat es auch Ranvier[1]) versucht auf Grund histologischer Untersuchungen am elektrischen Organ des Zitterrochen

1) Leçons sur l'Histologie du Système nerveux 1878.

eine Theorie des Schlags aufzustellen, derzufolge die Ganglienzellen (des Lobus electricus) als die Quellen der Elektricität zu betrachten wären, indem „unter dem Einfluss eines vitalen, chemischen Processes ein Ausströmen positiver und negativer Elektricität stattfindet"; die erstere soll durch die verästelten Fortsätze der Ganglienzelle entweichen, während die letztere durch den Axencylinderfortsatz zu den Verzweigungen des elektrischen Nerven und den nach Ranvier's Ansicht mit diesen zusammenhängenden „cils électriques" (den Stäbchen des Stratum bacillare nach Sachs) sich begibt. Unter der Voraussetzung, dass die Mittelschicht jeder elektrischen Platte weniger gut leite, als die durch sie getrennte Nerven- und Dorsalschicht, sollte nun durch Verteilung eine Ladung der letztern mit positiver Elektricität stattfinden, und da die Dorsallamellen aller einzelnen Platten nach Ranvier's Untersuchungen mit einander in direktem, die ventralen Nervenschichten aber durch Vermittlung der zutretenden Nervenverzweigungen wenigstens in indirektem Zusammenhang stehen, so erscheint ihm das ganze elektrische Organ des Zitterochen gewissermaßen als ein großer Kondensator, als das Analogon einer Batterie von Leydener Flaschen, wobei „die Gesamtheit der Dorsallamellen der positiven, die Gesamtheit der Ventrallamellen (Nervenschichten) und der Nerven der negativen Belegung, und die Zwischenschicht jeder Platte dem Glas jeder Leydener Flasche entspricht." Es liegen dieser Theorie eine Reihe von Hypothesen zu Grunde, die, wie man leicht sieht, wolbegründeten Tatsachen der Physiologie widersprechen. Man wird daher nicht umhin können, der strengen Kritik, welche Ranvier's Lehre von du Bois-Reymond erfährt, beizustimmen.

Biedermann (Prag).

Bericht über einige in jüngster Zeit in Frankreich und Italien erschienene physiol.-chem. Untersuchungen.

G. Bizzozero e Salvioli, Sulle variazioni quantitative dell' emoglobina in seguito a sottrazioni sanguigne. (Archivio per le science med. Vol. IV. S. 273).

Die Experimente sind an Hunden, Meerschweinchen und Kaninchen angestellt; der Hämoglobingehalt wurde mit dem Chromocytometer von Prof. Bizzozero bestimmt. Die Resultate der Verff. waren folgende:

1) Nach der Blutentziehung nimmt der procentische Gehalt des in dem circulirenden Blut vorhandenen Hämoglobins schnell ab; das Maximum der Abnahme zeigt sich bei einigen Tieren sechs Stunden nach der Blutentziehung, bei andern dauert die Abnahme ein oder zwei Tage hindurch an. In letzterm Falle wird die Abnahme später langsamer, während sie in der unmittelbar auf die Blutentziehung folgende Periode sehr schnell vor sich geht.

2) Die procentische Menge des Hämoglobins nimmt auch bei geringen, noch nicht 2 % des Körpergewichts des Tiers entsprechenden, Blutentziehungen ab.

3) Die Abnahme der Menge des Hämoglobins ist nahezu proportional der Menge des dem Tiere entzogenen Bluts. Sie beträgt auf ein Procent Tiergewicht berechnet im Mittel 11,14 % der ursprünglichen Menge.

4) Entzieht man demselben Tiere mehrere Male Blut, so bleibt nach jeder Entziehung das angegebene Verhältniss zwischen dem Blutverlust und dem verschwundenen Hämoglobin constant.

Selmi, Importanza dello studio delle urine sulla Chimica Forense, e qualche ricerca sull' urina nella paralisi progressiva (Nota letta nell congresso freniatrico in Reggio Emilia).

Im Urin von Personen, die durch Phosphor oder Antimon vergiftet waren, fand Verf. stets eine flüchtige neutrale Phosphorverbindung und Phosphor- oder Antimonbasen. Bei der progressiven Paralyse der Blödsinnigen fand er dieselbe Phosphorverbindung und eine flüchtige Base, welche dem Nikotin sehr ähnlich war, sich von diesem jedoch durch gewisse chemische Reaktionen und durch ihre Wirkung auf den Organismus unterschied. Selmi hält dieses Produkt für das Resultat derselben Zersetzung des Albumins, welche, sei es unter der Einwirkung von Giften, sei es durch die charakteristische Degeneration der Krankheit, stattfindet.

Muntz, Sur la conservation des grains par l'ensilage (Comptes rendus Bd. XCII S. 97, 137).

Dasselbe Gewicht Samen entwickelt ceteris paribus in der freien Luft etwa zehnmal mehr Kohlensäure, als in einem geschlossenen Gefäße. Die durch die Berührung mit der Luft gebildete Kohlensäuremenge ist geringer als die absorbirte Sauerstoffmenge. Der Sauerstoff wird hauptsächlich durch Fettstoffe gebunden. In einem geschlossenen Gefäß ist nach verhältnissmäßig kurzer Zeit aller Sauerstoff absorbirt.

Sehr trockner Same erzeugt nur geringe Mengen Kohlensäure; das Kohlensäureverhältniss nimmt mit dem Feuchtigkeitsgehalt schnell zu und bei über 13—14 % Feuchtigkeit erfährt die Entwicklung dieses Gases eine enorme Zunahme. Denselben Einfluss hat die Temperatur bis gegen 50° C. Steigert man die Temperatur noch weiter, so steigt auch nach kurzer Pause die Verbrennung von neuem, aber sie ist nicht mehr an das Leben gebunden. Schwefelkohlenstoff vermindert die Menge der gebildeten Kohlensäure ohne ihre Bildung ganz zu verhindern.

Zur Bestätigung dieser Tatsachen teilt der Verf. noch Analysen zweier Proben von Hafer mit, von denen die eine dreißig Monate lang eingeschlossen war, während die andere dieselbe Zeit auf einem luftigen Kornboden sich befunden hatte. Letztere hatte 7,2 % feste Stoffe mehr verloren als die eingeschlossene; dieser Verlust betraf besonders die Stärke, welcher um 6 % des Körnergewichts abgenommen hatte. Eine geringere Abnahme hatten die Proteinstoffe erfahren. Mais, der 16 Monate der frischen Luft ausgesetzt war, verlor etwa 10 % seines Gewichts an festen Substanzen mehr als der gleiche, aber eingeschlossene Mais.

A. Béchamp, Sur les parties du pancréas, capables d'agir comme ferments (Comptes rendus XCII S. 142).

Verf. hat die von ihm sogenannten Microzymas des Pankreas isolirt, indem er die Drüse zerstampfte, mit verdünntem Alkohol zerrieb, sie filtrirte und auswusch. Man reinigt sie von den Fettmassen, mit denen sie verunreinigt ist, durch Auswaschen in Aether, dem etwas Alkohol zugesetzt ist und schließlich durch Auswaschen in Wasser. Sie haben 0,0005 Mm. Durchmesser, eine sehr ausgesprochene diastatische Wirkung und verdauen eiweißhaltige Substanzen. Bei 36—45° verdauten 3—4 Gramm Microzymas in einer Stunde 35—45 gr.

feuchtes Fibrin. Der Verf. nimmt die in der physiologischen Chemie gangbare Unterscheidung zwischen Magen- und Pankreasfermenten an.

Ch. Richet, Sur la fermentation de l'urée (Compt. rend. XCII S. 730).

Alle organisirten Gewebe veranlassen die Umwandlung des Harnstoffs in kohlensaures Ammoniak, ohne dass die eigentliche Fäulniss einträte.

P. Giacosa (Turin).

L. J. Tumas, Versuch zwei Tiere verschiedener Art vermittels der Haut mit einander zu vereinigen. (Arzt, 1881. Nr. 28, russisch).

Landois wies nach dass, wenn man Blut eines Tiers in die Gefäße eines andern hineinspritzt, dasselbe sich entweder zersetzt, oder auf die Blutkörperchen des neuen Organismus zersetzend einwirkt: es entsteht Blutharnen. Tumas glaubte, man werde vielleicht ein anderes Resultat erhalten, wenn es gelinge, die Vermischung des Bluts zweier fremdartiger Organismen auf eine langsame Weise zu Stande zu bringen. Dieses Ziel wähnte er dadurch zu erreichen, dass er die Haut zweier Tiere verschiedener Art mit einander verheilte. Er wählte zu dem Versuch ein junges Kätzchen und ein junges Kaninchen. Die Tiere wurden mit dem Rücken nach oben unbeweglich nebeneinander befestigt. Es wurde an der Seite eines jeden Tiers ein etwa 5 Ctm. langer linearer Hautschnitt gemacht. Die Wundränder und das dazwischenliegende Muskel- und Bindegewebe beider Tiere wurden mit carbolisirter Seide zusammengenäht und in die Wunde ein Röhrchen zum Abfließen des Eiters hineingebracht. Hierauf legte man um beide Tiere einen Gypsverband derartig, dass dadurch die Atmung nicht behindert wurde. Die Tiere waren bis zum 8. Tage ziemlich munter; am 9. starb das Kaninchen. Es wurde nun das Kätzchen erstickt und der Gypsverband abgenommen. Die untern Wundränder klafften aus einander, da dieselben nicht nahe genug an einander lagen; die obern Wundränder und das darunter liegende subkutane Bindegewebe waren in der Länge von etwa 3 cm. mit einander verwachsen. Die mikroskopische Untersuchung zeigte einerseits die Haut des Kaninchens andrerseits die des Kätzchens, und dazwischen lag Granulationsgewebe, das bereits in Narbengewebe sich umwandelte. Das Zwischengewebe war sowol mit der einen als mit der andern Haut genetisch vereinigt. Die Ursache des Todes konnte der Verfasser nicht ergründen; während des Lebens wurde Blutharnen nicht beobachtet. Es ist wenigstens die Möglichkeit dargetan zwei Tiere verschiedener Art vermittels der Haut mit einander zu vereinigen.

F. Nawrocki (Warschau).

W. His, Die Lage der Eierstöcke in der weiblichen Leiche.

Arch. f. Anat. u. Physiol. 1881. Anat. Abt. S. 394.

Verf. betont besonders die mehr senkrechte Stellung der Längsaxe der Ovarien in jungfräulichen Leichen, auf welche er schon früher aufmerksam gemacht hat, während Ref. eine solche fast vertikale Stellung für eine Art Entwicklungshemmung, ein Stehenbleiben auf mehr fötaler Stufe erklärt hatte.

W. Krause (Göttingen).

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **10. Februar 1882.** **Nr. 23.**

Mit Nr. 24, welche mit Register, Titel u. s. w. bis Ende Februar ausgegeben werden wird, schliesst der erste Band. Wir ersuchen die geehrten Abonnenten um rechtzeitige Erneuerung des Abonnements für den zweiten Band, damit in der Zusendung keine Unterbrechung eintritt.

Die Verlagsbuchhandlung.

Inhalt: **Westermaier** und **Ambronn**, Beziehungen zwischen Lebensweise und Struktur der Schling- und Kletterpflanzen. — **Karpinski**, Ueber den Bau des männlichen Tasters und den Mechanismus der Begattung bei Dictyna benigna Walck. (Mit 1 Tafel). — **Hoernes**, Die Trilobitengattungen: Phacops und Dalmanites und ihr vermutlicher genetischer Zusammenhang, — **Virchow, Rothholz**, Zur Anatomie des Auges. — **Kräpelin**, Ueber die Dauer einfacher psychischer Vorgänge (Fortsetzung). — **Krasan**, Bericht in Betreff neuer Untersuchungen über die Entwicklung und den Ursprung der niedrigsten Organismen. — **Lang**, Kopulation mariner Dendrocoelen. — **Haller**, Die Mundteile und systematische Stellung der Milben. — **Michel**, Ueber Iris und Iritis. — **Fano**, Das Verhalten des Peptons und Tryptons gegen Blut und Lymphe. — **Richet**, Wirkung der Elektricität auf Gärungen.

M. Westermaier und H. Ambronn, Beziehungen zwischen Lebensweise und Struktur der Schling- und Kletterpflanzen.

Flora 1881, Nr. 27, S. 417—430.

Die Verfasser bezeichnen diese Arbeit als einen Versuch, den in mancher Hinsicht auffallenden anatomischen Bau der Schling- und Kletterpflanzen aus der Lebensweise der letztern zu erklären. Der anatomische Bau dieser den verschiedensten Familien angehörenden Gewächse ist schon vielfach untersucht worden, so dass dem hierüber Bekannten Neues kaum hinzuzufügen bleibt. Dagegen ist eine eingehendere Würdigung dieser vielfach eigentümlich und abnorm erscheinenden Strukturverhältnisse „im Licht der physiologisch-anatomischen Betrachtungsweise“ bis jetzt nicht unternommen worden. Die Verfasser haben sich nun dieser Aufgabe unterzogen und sind hierbei zu dem Schluss gelangt, dass der anatomische Bau der Schling- und Kletterpflanzen eine zweifache Beziehung zeige zu ihrer Lebens-

weise, und zwar einmal in der Ausbildung der leitenden Gewebe und zweitens in der Anordnung der mechanischen. Im Hinblick auf das erstere Verhältniss ist zunächst hervorzuheben, dass bei der vorwiegenden Längenausdehnung der hieher gehörigen Pflanzen die Leitung notwendiger Stoffe auf große Entfernungen hin geschehen muss, sowol die in offnen Bahnen (Gefäßen, Siebröhren), als auch die durch geschlossene Membranen z. T. durch Diosmose, stattfindende (so z. B. im Holzparenchym, den Markstrahlen). Einesteils der anatomische Bau, andernteils die Anordnung dieser Gewebearten machen letztere indess zur raschen Leitung von Luft oder Wasser, von Eiweißstoffen oder gelösten Kohlenhydraten auf weite Strecken hin besonders tauglich. Dies spricht sich nach den Verfassern bei den Gefäßen aus in der Verminderung der adhärirenden Fläche durch Vergrößerung des Durchmessers. Alle Schling- und Kletterpflanzen besitzen, wenigstens in ältern Stämmen, sehr weite Gefäße, welche auf der Querschnittsfläche schon dem freien Auge auffallen. So beträgt beispielsweise der durchschnittliche Durchmesser der größern Gefäße bei *Bryonia dioica* 100 Mikrom., bei *Glycine sinensis* 200 Mikrom., bei *Calamus Rotang* 350 Mikrom., bei einigen *Passifloreen* 500 Mikrom. Für die weitesten Gefäße der brasilianischen *Hypanthera Guapeva* hat man den Durchmesser sogar mit 600—700 Mikrom. bestimmt. Neben solchen weiten Gefäßen kommen aber überall noch bedeutend engere (und außerdem noch Tracheiden) vor. Diese sind, nach der Ansicht der Verfasser, zur Versorgung der einzelnen Blätter Knospen u. s. w., kurz kleiner Pflanzenteile, mit Luft bestimmt. Als allgemeine Regel heben die Verf. hervor, dass bei den in Rede stehenden Pflanzen die Gefäße in den dem Mark naheliegenden Teilen des Holzkörpers enger sind, als in den äußern, ältern. Die Ursache hievon soll darin liegen, „dass in den jüngern Zweigen das Bedürfniss, die Luft auf weite Entfernungen hin zu leiten, nicht in dem Maße hervortritt, wie in den spätern Stadien, wo ein einziger Stamm von verhältnissmäßig kleinem Querschnitt die Leitung der Luft für ein Verzweigungssystem von ganz bedeutender Ausdehnung übernehmen muss.“ Dieser letztere Umstand, der bei den Schling- und Kletterpflanzen erhöhte Anspruch an die Leitungsfähigkeit eines relativ kleinen Stammquerschnitts, hätte, nach der Meinung des Ref., seitens der Verf. gleich eingangs schärfer betont werden sollen. Denn wesentlich hiermit ist die Notwendigkeit einer raschen Leitung, also weiter Leitungsorgane, zu begründen. Durch „vorwiegende Längenausdehnung“, wie die Verf. anfänglich sagen, wird das maßgebende Verhältniss kaum präcis genug ausgedrückt. Ein im geschlossenen Bestand erwachsener Kiefern- oder Buchenhochstamm ist sicherlich auch vorwiegend in die Länge gedehnt. — Interessant und für die Anschauung der Verf. günstig ist das angeführte Resultat einer Vergleichung des kletternden *Galium Aparine* mit dem aufrechten

G. verum oder *G. Mollugo* auf Querschnitten durch nahezu gleich dicke Stengel. Dort beträgt der Gesamtquerschnitt der größern Gefäße das sechs- resp. fünffache desjenigen der zwei letztgenannten Arten. Für *Lonicera Caprifolium* und *L. tatarica* wird ein ähnlicher Unterschied angegeben. — Auch das Vorkommen weiterer Gefäße im Frühlingsholz unsrer Bäume dürfte nach dem Verf. damit zu erklären sein, „dass gerade im Frühjahr die möglichst ungehinderte Leitung der Luft auf größere Entfernungen hin sehr vorteilhaft ist". Ref. möchte sich hier die Bemerkung erlauben, dass diese Vorteilhaftigkeit wol erst bewiesen werden müsste, ganz abgesehen davon, dass weite Gefäße im Frühjahrsholz keineswegs allgemein verbreitet sind, und dass die zunehmende Verengerung der Gefäße gegen die Herbstgrenze gewiss auch durch den im Verlauf der Vegetationsperiode steigenden Rindendruck bedingt ist[1]). Ueberhaupt liegt die Bedeutung der Gefäße wol kaum einzig und allein in der Weiterleitung von Luft; ja, es scheint sogar nach den neuesten Untersuchungen ihre Funktion ganz vorwiegend in der Ansammlung und Weiterleitung von Wasser[2]) zu bestehen. — Die Einförmigkeit der Gefäße bei *Hedera Helix* und *Hoya carnosa* wird von den Verfassern in plausibler Weise auf das langsame Wachstum dieser Kletterpflanzen zurückgeführt. — Auch die „eiweißleitenden Elemente", die Siebröhren sind bei den Schling- und Kletterpflanzen „außerordentlich gut" ausgebildet, und zeichnen sich entweder durch beträchtliche Weite oder durch bedeutende Schrägstellung der dann mit vielen Siebplatten versehenen Querwände aus. Bei der Dünnwandigkeit der Siebröhren und dem Umstande, dass durch Druckdifferenzen tatsächlich eine Bewegung ihres Inhalts veranlasst wird, halten die Verfasser Einrichtungen gegen ein Collabiren der Siebröhrenwandungen für förderlich, vielleicht sogar für absolut notwendig. Kommt nun schon bei aufrecht stehenden Pflanzen eine teilweise Umhüllung der Siebröhrenbündel durch dickwandige Faserschichten (Sklerenchym) sehr häufig vor, so muss ein derartiger Schutz dort um so erwünschter sein und in um so ausgiebigerm Maße gewährt werden, wo zur Fortbewegung des Siebröhreninhalts auf weitere Strecken erhöhte Druckdifferenzen in Wirksamkeit treten, die Gefahr eines Collabirens der Siebröhrenwandungen also wächst[3]). In der Tat sehen wir nun bei sehr vielen Schling-

1) Vergl. de Vries, Einfluss des Drucks auf den Bau des Holzes. Flora, 1872. 1875.

2) Vergl. J. Böhm, Ueber die Funktion der vegetabilischen Gefäße, Bot. Zeitg. 1879.

3) Ref. gibt hier die Ansichten der Verf. wieder, ohne jedoch vollständig mit ihnen übereinzustimmen. Der Mechanismus des Siebröhrenapparats ist noch so unklar, und unsere Kenntniss von der Bewegung des Siebröhreninhalts und ihren Ursachen so mangelhaft, dass eine Erklärung der Schutzbedürftigkeit der Siebröhren aus ihrer Funktion kaum möglich scheint. — Ref. möchte übri-

und Kletterpflanzen das Bestreben hervortreten, allen, oder doch einem großen Teil der Siebröhren eine möglichst geschützte Lage zu verschaffen; dies wird sehr häufig dadurch erreicht, dass der Holzteil des einzelnen Bündels, oder des gesamten Bündelringes Einbuchtungen besitzt, welche von siebröhrenführendem Gewebe ausgefüllt sind. So bei *Tamus communis*, manchen *Bignoniaceen, Apocyneen, Asclepiadeen.* Am vollkommensten ist diese Verlegung von Siebröhren zwischen Holzmassen bei mehrern *Strychnos*-Arten durchgeführt. Hier besitzt der sekundäre Bast keine Siebröhren, die letztern befinden sich vielmehr gruppenweise innerhalb des Holzkörpers, in dem das Cambium abnormer Weise nach Innen nicht nur Holz, sondern auch einzelne Siebröhrenbündel bildet. Die letztern sind also ringsum von Holz umschlossen, gleichsam in dieses eingemauert. Dabei darf jedoch nicht verschwiegen werden, dass diese Struktur nicht nur bei rankenden und kletternden, sondern auch bei aufrecht wachsenden *Strychnos*-Arten vorkommt. Hierin liegt jedoch für die Verf. keine Schwierigkeit, denn, sagen sie, es „wird daraus Niemand folgern, dass für nicht windende und nicht kletternde Pflanzen dergleichen anatomische Besonderheiten von Nachteil sind", da ja auch bei solchen Gewächsen an die betreffenden Organe zeitlebens oder periodisch gesteigerte Leitungsansprüche herantreten können. Hierin ist den Verf. durchaus beizustimmen, und bleibt nur zu wünschen, dass es ihnen gelingen möge, außer den hier angeführten großen Frühjahrsgefäßen mancher Bäume und weiten Siebröhren von *Potamogeton natans* noch weitere Stützen für ihre obige Aeußerung beizubringen. — Auf die Tendenz, die Siebröhren ins Innere des Stamms zu bringen, lässt sich vielleicht auch das bei kletternden und schlingenden *Menispermeen* bei *Glycine* (*Wistaria*) *sinensis*, manchen *Bauhinien* und andern Pflanzen beobachtete Auftreten successiver Zuwachsringe außerhalb des ursprünglichen, seine Tätigkeit dann einstellenden Cambiums zurückführen. Endlich ist hier auch des vielen rankenden und kletternden *Sapindaceen* eigentümlichen zusammengesetzten oder geteilten Holzkörpers zu gedenken. Hier finden sich nämlich auf dem Querschnitt mehrere Holzringe, von gemeinsamer Rinde umschlossen, und zwar entweder ein mittlerer Hauptring, umgeben von einer Anzahl Außenringe, oder nur peripherische Ringe ohne centralen Hauptring. Jeder Holzring ist umgeben von einer normalen, dauernd tätigen Cambiumzone und einer normalen Bastschichte. Die neubildende Tätigkeit des Cambiums ist auf der Innenseite der peripherischen Holzringe weit ausgiebiger, als auf ihrer Außenseite. Dadurch gelangt die größere Masse des siebröhrenführenden Bastgewebes ins Innere des Stamms. Ob diese auf verschiedene Weise bewirkte „Einkammerung" von siebröhrenführenden Bastteilen in manchen Fällen diesen auch

gens bezweifeln, ob bei einer inhaltserfüllten Siebröhre im unverletzten Stamm ein „Collabiren der Wandungen" denkbar ist.

einen Schutz bieten soll gegen radialen Druck, lassen die Verfasser aus Mangel an bestimmten Anhaltspunkten unentschieden. Windende Pflanzen, die allmählich dicker werdende Stämme als Stütze benutzen, sind tatsächlich einem solchen radialen Druck ausgesetzt. — Eine weitere anatomische Eigentümlichkeit vieler Schling- und Kletterpflanzen liegt in dem Auftreten sehr hoher Markstrahlen von oft ansehnlicher Breite. Die Markstrahlen erscheinen hiedurch auch zur Leitung von Kohlehydraten in longitudinaler Richtung befähigt, während sie bei aufrecht stehenden Pflanzen diesen Transport vornehmlich in horizontaler Richtung zu besorgen haben und ersteres Geschäft innerhalb des Holzkörpers hier fast ausschließlich dem Holzparenchym zukommt. — Was endlich das mechanische System, dargestellt durch die dickwandigen Elemente des Sklerenchyms, betrifft, so passt sich dieses der Inanspruchnahme auf Zugfestigkeit an, welcher windende wie kletternde Pflanzen ausgesetzt sind, jene infolge des Dickenwachstums der Stütze, diese durch das Auseinanderweichen der gewonnenen Stützpunkte, beide durch schlaffes Herunterhängen größerer oder kleinerer Teile. Die Biegungsfestigkeit tritt in diesen Stämmen zurück, die zu ihrer Herstellung sonst nötigen mechanischen Elemente werden entbehrlich, die Anordnung der überhaupt vorhandenen zeigt „centripetale Tendenz“. Während z. B. die innersten Gefäßbündel in aufrechten Palmenstämmen nur sehr spärlich umscheidet sind, werden sie in den kletternden Stengeln von *Carludovica* oder *Calamus Rotang* von starken Sklerenchymsträngen umgeben. Manche ebenfalls kletternde *Piperaceen* besitzen an der Innenseite des Gefäßbündelkreises einen Sklerenchymring. Bei vielen Schling- und Kletterpflanzen erscheint die Markhöhle geschwunden oder doch reducirt, oder es finden sich hier besonders dickwandige Zellen vor. — In andern Fällen (*Tecoma radicans*) entsteht von der Innenseite des außen normal wachsenden Holzrings ein neuer Cambiumring, welcher in gewöhnlicher Weise, nur in umgekehrter Orientirung, Holz und Bast bildet, und so die Holzmasse des Stamms verstärkt.

Aus allem Mitgeteilten ziehen die Verfasser folgenden Schluss: „Das vergleichend anatomische Studium der Schling- und Kletterpflanzen zeigt, dass es trotz der Verschiedenheit der Struktureigentümlichkeiten dieser Gewächse an gemeinsamen anatomischen Zügen nicht fehlt. Das Gemeinsame stellt sich jedoch nur bei einer physiologisch-anatomischen Betrachtungsweise heraus. Diese Betrachtungsweise ermöglicht es sogar, eine Reihe sogenannter abnormer Wachstumstypen unserm Verständniss näher zu bringen oder physiologisch zu deuten“. Es steht außer Zweifel, dass der von den Verfassern erfolgreich betretene Weg einer genauern Vergleichung des anatomischen Baues der Pflanzen mit ihrer Lebensweise uns das Verständniss verschiedenartiger interessanter Anpassungserscheinungen erschließen und vielseitige Anregung bieten wird. Befriedigende Re-

sultate werden jedoch nur bei vollständiger Beherrschung des verwerteten anatomischen Materials und äußerster Vorsicht im „Deuten" zu erzielen sein. Beiden Anforderungen suchten die Verfasser in ihrer vorliegenden Arbeit möglichst gerecht zu werden.

K. Wilhelm (Wien).

Ueber den Bau des männlichen Tasters und den Mechanismus der Begattung bei Dictyna benigna Walck.

Von **Alex. Karpinski,**

Professor am landwirtschaftlichen Institut Nova-Alexandria.

Seitdem schon gegen Ende des XVII. Jahrhunderts Mart. Lister die Meinung ausgesprochen hatte, dass die männlichen Taster der Spinnen zu Begattungszwecken dienten, ist die Begattung der Spinnen vielfach beobachtet worden (Herman, Lebert, Bertkau u. A.). Aber erst durch die berühmten Untersuchungen von Menge („Ueber die Lebensweise der Arachniden" und später in seinem Werke „Preußische Spinnen") wurden wir mit diesem physiologischen Akte genauer bekannt, wenn auch noch viele Fragen über den Bau der Taster und besonders über den Mechanismus der Begattung unerörtert oder unklar blieben.

Die Untersuchung der eigentlichen Begattung bietet viele Schwierigkeiten: ein unvorsichtiges Berühren der sich begattenden oder zur Begattung sich vorbereitenden Spinnen treibt sie in die Flucht; die Brücke'sche Lupe genügt zur Beobachtung der Einzelheiten des Akts nicht, und deshalb dürfte eine neue Darstellung der Begattung der Spinnen auf Grund mikroskopischer Untersuchung (Hartnack, schwächste Vergrößerung) nicht ohne Interesse sein.

In seinem Werke (Preußische Spinnen S. 700) beschreibt Menge den Akt der Begattung der Lyphiden folgendermaßen: „Gestattet das Weibchen seine (des Männchens) Annäherung, so kriecht es mit zusammengebrachten Vorderfüßen unter dasselbe in umgekehrter Richtung, so dass Beide einander das Gesicht zuwenden, und nun geschieht die Uebertragung des Samens durch abwechselnde Umfassung des weiblichen Schlosses vermittels der, aus dem Schiffchen durch den Schraubenmuskel herausgeschnellten Uebertragungsorgane und durch Eindringen des Oeffners und Samenträgers in die Samentasche des Weibchens". Meine Untersuchungen ergaben, dass die Begattung nicht so einfach ist wie Menge sie schildert. Darauf deuten auch schon die complicirte Einrichtung der männlichen Kopulationsorgane und die Schwierigkeiten hin, unter denen der Vorgang der Begattung sich vollzieht. In Bezug auf letztern Punkt kann ich eine Beobachtung über die Begattung von *Epeira diadema* anführen: einem Weibchen, welches an einem horizontalen Faden des im Gebüsche befestigten Gewebes hing, näherte sich ein Männchen und begann mit dem ersten Paare seiner Füße die Stelle des Bauches zu betasten, wo sich die weiblichen

Organe öffnen. Dies dauerte ungefähr eine halbe Stunde; dann umklammerten sich plötzlich beide Individuen und prallten danach sogleich wieder von einander. Das Männchen blieb etwa drei Minuten mit ausgestreckten Füßen an dem Faden hängen, während das Weibchen sich in den Mittelpunkt des Gewebes entfernte. Bald darauf erschien ein zweites Männchen, welches 10 Minuten lang in der bekannten Weise das Weibchen reizte und dann zum Akte der Begattung schritt, welcher wol $^1/_2$ Stunde dauern mochte. Hieraus geht hervor, dass infolge der unbequemen Lage das erste Männchen die Begattung nicht vollziehen konnte, eine Annahme, welche dadurch gestützt wird, dass auch das zweite Männchen nicht im Stande war ein zweites Mal die Begattung zu beginnen, nachdem das Weibchen den Mittelpunkt des Gewebes verlassen hatte und sich wieder auf einem horizontalen Faden befand.

Mehrfache Beobachtungen der Begattung der Spinnen ergaben, dass in dieser Hinsicht das beste Objekt die *Dictyna benigna* Walck. darstellt, einmal weil die männlichen Taster verhältnissmäßig viel einfacher gebaut sind als bei andern Spinnen, und sodann weil das Weibchen dieser Art auf Blättern, namentlich der Sträucher (besonders häufig denen von Syringa vulgaris) sein Netz webt und dabei ein in der Richtung der Mittelrippe zusammengebogenes Blatt wählt, so dass das Gewebe in der Art einer Brücke von der einen Hälfte zur andern gezogen wird. Die Begattung geht auf dem Netze vor sich und Weibchen und Männchen sind von dem Akte so hingerissen, dass ich das Blatt abschneiden und zur Untersuchung in mein im zweiten Stock gelegenes Arbeitszimmer tragen, ja sogar ihre Lage ändern konnte, falls diese der Beobachtung Hindernisse bot, ohne die Spinnen im geringsten zu stören.

Der Schilderung der Begattung will ich zuerst eine Beschreibung des Baues der Taster voraussenden, wie er sich nach meinen Untersuchungen darstellt. Nach Menge besteht bei den Spinnen das reife männliche Tasterglied (dessen Endglied er Kolben, Clava nennt), aus einem häutigen, gewöhnlich löffelähnlichen vertieften Gliede (Schiffchen, Cymbium), in dessen Vertiefung (Becken, Alveolus) verschiedene Uebertragungsorgane (Ueberträger, Stema) befestigt sind. — Für die wichtigsten Teile der Ueberträger hält Lebert (Ueber den Wert und die Bereitung des Chitinskelets der Arachniden für mikroskopische Studien 1874 S. 17) den Samenträger (Spermatophorum) und den Eindringer (Embolus), während er alle übrigen Teile: Zähne, Haken u. s. w., welche zum Anheften an das weibliche Schloss dienen, mit dem allgemeinen Namen Halter (Retinacula) bezeichnet. Aus meinen Untersuchungen geht hervor, dass das Tasterglied der *Dictyna benigna* auf folgende Art zusammengesetzt ist: Wird der Taster, wenn das Männchen sich in einem gereizten Zustande befindet, kurz vor der Begattung beobachtet (was Fig. 1 bei 60maliger Vergrößerung zeigt), so

unterscheidet man zwei Erhöhungen; die eine *a* ist dunkelfarbig, deutlich gestreift und endigt unten mit einem bedeutenden Anhange *g*, oben mit einem feinen Fortsatze *e*; die andere Erhöhung *b* ist hellfarbig und ohne Zweifel mit einer Flüssigkeit, dem Samen gefüllt, so dass wir in der zweiten Erhöhung *(b)* des Ueberträgers den Samenbehälter zu erkennen haben. Dieser im Becken gelegene Behälter verlängert sich in ein Rohr, das Samenrohr, welches an der ersten (Fig. 2 *sr*) Erhöhung (Fig. 1 *a*) des Ueberträgers einige Schlingen bildet, die somit als Samenrohrbehälter zu bezeichnen sein würden. Das Samenrohr geht in den Fortsatz *e* über, welcher die Gestalt einer elastischen Peitsche annimmt, und den Eindringer (*E* Fig. 2) darstellt [1]). Drückt man leicht auf den Taster, so schiebt sich der Eindringer aus dem Leiter hervor; bricht man einem trocknen Präparate die Spitze des Leiters *(g)* ab, so findet man in dieser stets das Ende des Eindringers. Hieraus folgt, dass der Eindringer im ungereizten Zustande im Leiter sich befindet.

Der Eindringer besteht (wie Fig. 3 zeigt) aus zwei in einander geschobenen Röhren, deren doppelte Konturen man bei stärkerer Vergrößerung bis zum Löffel verfolgen kann. Die äußere, die Fortsetzung des Samenrohrträgers, bildet eine harte, chitinisirte Scheide und läuft in eine löffelartige Spitze aus, vor welcher sich die Oeffnung des Eindringers befindet, während die innere Röhre die Fortsetzung des Samenrohrs bildet. Der Leiter stellt die Fortsetzung des Samenrohrträgers dar und besteht aus einem elastischen, in Kali causticum unlöslichen Gewebe, welches im Bereiche des Leiters viel stärker chitinisirt ist, so dass es allmählich in ein ganz hartes Ende übergeht. Der Leiter besteht aus einer Rinne mit zwei Seitenflügeln (*h, h* Fig. 2) und endigt mit einem schnabelähnlichen, zerbrechlichen Fortsatz *g*, welcher außen mit kleinen Warzen versehen ist, innen aber eine rinnenförmige Vertiefung besitzt, in der das Ende des Eindringers ruht. Alle bisher genannten Teile des Ueberträgers können schematisch so, wie in Fig. 4 dargestellt werden.

Bis jetzt war die Rede von dem Teile des Tasters, welchen Menge Kolben oder Clava nennt. Von Bedeutung ist aber auch dasjenige Glied, auf welchem der Kolben sitzt und besonders der sich auf diesem befindende Fortsatz. Dieser Fortsatz, welchen wir Einsetzer nennen wollen (*F* Fig. 2 und Fig. 5), endigt mit zwei pinselartigen Spitzen, welche bei gelindem Druck auf den Einsetzer hervor-

1) Fig. 2 ($\frac{160}{1}$), auf welcher alle benannten Teile zu sehen sind, wird erhalten, wenn der Taster vorsichtig mit dem Deckgläschen gedrückt wird. Die Buchstaben haben bei allen Figuren folgende Bedeutung: *S* das Schiffchen, *a, a a* die zerrissenen Teile des Samenrohrbehälters, *b* Samenbehälter, *G* Anhängsel des Samenrohrbehälters, welchen wir Leiter des Eindringers oder kurz Leiter (Gubernaculum) nennen werden, *e* die Wurzel des Eindringers, *E* Eindringer, *sr* die Schlingen des Samenrohres.

treten (Fig. 5) und in besondern Vertiefungen ruhen. Der Kolben samt dem Gliede, auf welchem sich der Einsetzer befindet, sind nach unten gerichtet, so dass der Einsetzer immer eine hervorstehende Lage einnimmt und nach vorn gerichtet ist. Endlich ist noch zu bemerken, dass jeder der beiden Eileiter der weiblichen Geschlechtsorgane von *Dictyna benigna*, in eine besondere Oeffnung in der Nähe des Stieles mündet, welcher den Cephalothorax mit dem Hinterleibe verbindet.

Nunmehr können wir an die Beschreibung der Begattung selbst gehen, wie sie nach meinen vielfältigen Beobachtungen sich darstellt.

Vorweg soll bemerkt werden, dass die Begattung immer nur von einem der beiden Taster vollzogen wird, was von verschiedenen Autoren behauptet, aber nicht erklärt ist. Beide Taster können gleichzeitig nicht gebraucht werden, wie sich alsbald herausstellen wird.

Bei der Begattung nehmen beide Individuen eine Lage ventre à ventre ein, wobei das Männchen sein Tasterglied zu dem weiblichen Geschlechtsorgane hervorrückt. Der erste und unumgängliche Akt der Begattung besteht dann darin, dass der Einsetzer in die, ihm entsprechende Oeffnung des Schlosses eingeführt wird. Wird z. B. die Begattung mit dem rechten Taster (wenn wir das Männchen vom Rücken betrachten) vollzogen, so muss der Einsetzer in die rechte Oeffnung des Schlosses (das Weibchen ebenfalls vom Rücken betrachtet) treffen. Sobald der Einsetzer in der entsprechenden Oeffnung des Schlosses befestigt ist, schwillt der Samenrohrträger etwas an, während das Männchen mit dem schnabelartigen Ende des Leiters das Schloss so lange betastet, bis es die zweite (linke) Oeffnung gefunden hat. Mutatis mutandis gilt dasselbe für den Gebrauch des linken Tasters. Ist dieses geschehen, so schlägt der Samenrohrträger sehr schnell um, wobei er wie eine Blase anschwillt und gleichzeitig sich um die Axe dreht, welche von der Basis zur Spitze des Schiffchens geht. Der Samenrohrbehälter hat jedoch noch nicht seine mögliche Größe erreicht, sondern schwillt, wie schon Bertkau angab, infolge vermehrter Blutzufuhr noch stärker an. Das Schiffchen legt sich platt an den Bauch des Weibchens an. Infolge des Umschlagens des Samenrohrträgers gleitet der Eindringer in die Rinne des Leiters und dringt in der ihm von dem Leiter gegebenen Richtung in die Oeffnung des Schlosses. Erst von diesem Augenblick beginnt die eigentliche Begattung. Der Samenrohrträger hat jetzt die Form einer Blase, unter welcher sich, durch eine Einschnürung getrennt der Samenbehälter befindet. Während der ganzen Zeit der Begattung pulsirt der Samenrohrträger in ähnlicher Weise wie ein Herz, infolge seiner Zusammenziehung am Punkte *i* (Fig. 6). Hierbei entsteht eine sichtbare Falte in der Richtung von *ki*, welche erscheint oder verschwindet, je nachdem der Samenrohrträger zusammenschrumpft oder aufgeblasen

ist. Die Begattung dauert wenigstens eine halbe Stunde und wird nach einer gewissen Pause wiederholt. Bisweilen wird die neue Begattung mit demselben Taster wie die vorhergehende, bisweilen auch mit dem andern vollzogen. Zu Beginn des Akts pulsirt der Samenrohrträger nahezu 14 Mal in der Minute; nach 20 Minuten ist die Zahl auf 5, gegen Ende der Begattung auf 2 gesunken. Durch diese Pulsationen wird jedenfalls der Samen aus dem Samenbehälter in das Samenrohr und von da durch den Eindringer in das weibliche Organ getrieben. Wahrscheinlich tritt während der Erweiterung des Samenrohrträgers der Samen aus dem Samenbehälter in das Samenrohr, und wird während seiner Zusammenziehung in das weibliche Organ geleitet. Bei der Kontraktion muss ein starker Druck auf die erwähnte Einschnürung zwischen Samenrohrträger und Samenbehälter ausgeübt und dadurch der sehr dicke Samen weiter geleitet werden. Drückt man mit dem Deckgläschen auf das Samenrohr, während er mit Samen gefüllt ist, so tritt letzterer hervor und behält dabei die Form und den Durchmesser des innern Raums der Röhre. Gegen Ende der Begattung ist, wie schon erwähnt, die Zahl der Pulsationen des Samenrohrträgers bedeutend vermindert; er legt sich nach der Richtung *ki* (Fig. 6) zusammen; der Samenbehälter collabirt; der Leiter verlässt ohne Schwierigkeit die Oeffnung des Schlosses; der Eindringer zieht sich in die Rinne des Leiters zurück. Trotzdem aber bleiben beide Individuen noch eine Zeitlang zusammen, da das Männchen den Einsetzer aus der Oeffnung des Schlosses nur mit großer Anstrengung heraus zu ziehen vermag. Wahrscheinlich schwillt der Einsetzer in der Oeffnung des Schlosses an; auch dürften die pinselartigen Fortsätze eine gewisse Rolle bei dem Einführen des Einsetzers in die Oeffnung des Schlosses spielen. Der Einsetzer ist also bei dem Akte der Begattung von großer Bedeutung.

Der ganze Akt ist indess so komplicirt, dass die gewöhnlichen Haftorgane, mit welchen das Männchen das Weibchen festhalten könnte, zu seiner Vollziehung nicht ausreichen. Hier bedarf der Ueberträger eines starken Anhaltspunkts, welcher ihm durch die Befestigung des Einsetzers in eine von den Oeffnungen des Schlosses gegeben wird. Andernfalls könnte auch die Begattung nicht stattfinden, weil der Samenrohrträger sich nicht umschlagen, folglich auch der Eindringer nicht in die zweite Oeffnung des Schlosses eindringen könnte. Eine nicht geringere Bedeutung hat der Leiter als Tastorgan, welcher dem Männchen das Aufsuchen der Oeffnung gestattet, in die der Eindringer eingeführt wird. Erst wenn dieses ihm gelungen ist, schlägt der Samenrohrträger um. Ist dann der Eindringer in die Oeffnung des Schlosses eingedrungen, so bleibt er da während der ganzen Zeit der Begattung, er wird nicht herausgezogen und vermag sich höchstens hin und her zu bewegen, weil die Zusammenziehung des Samenrohrträgers nur bis zur einem gewissen Grade Raum hat. Außerdem lie-

fert der Leiter dem ganzen Apparat des Ueberträgers noch einen zweiten Anhaltspunkt. Nur bei solcher festen Lage ist die Pulsation des Samenrohrträgers und die Aufwendung der Kraft ermöglicht, welche den Samen durch einen so langen Weg, wie Samenrohr, Eindringer und Eileiter zu treiben vermag. Auch der Einsetzer spielt die Rolle eines Tastorgans, welches das Männchen zum Aufsuchen der betr. Oeffnung befähigt. Ist es zufällig nicht in die richtige Oeffnung hineingedrungen, so kann die Begattung erst dann zu Stande kommen, wenn das Versehen corrigirt ist. Die Bewegungen der verschiedenen Teile des Ueberträgers bei ihrem Gebrauche sind also nicht das Resultat einer allgemeinen Nervenerregung, sie wirken nicht automatisch, sondern sind von dem Willen des Tiers abhängig.

R. Hoernes, Die Trilobitengattungen Phacops und Dalmanites und ihr vermutlicher genetischer Zusammenhang.

Jahrbuch der Kais. Königl. Geologischen Reichsanstalt Bd. XXX. Wien 1880.

Salter[1]) leitet seine Beschreibung der Familie der Phacopiden mit den Worten ein: „I may remark that there is less difference between the various groups into which this natural family is divisible than between the various members of the neighbouring families. So much is this the case, that palaeontologists have as yet been generally unwilling to break up this group into genera, or to consider its divisions as more than sub-genera of the great genus Phacops". Eine interessante Studie, deren Resultate nur geeignet sind die obigen Worte des englischen Paläontologen zu unterstützen, hat Hörnes in der Diskussion der Verwandtschaft der Trilobitengattungen *Phacops* und *Dalmanites* vor kurzer Zeit publicirt. Es ist nur bedauerlich, dass der geehrte Herr Verfasser sich ausschließlich auf Formen aus dem böhmischen Silur beschränkt hat und nicht auch die anderwärts, z. B. in England oder Russland, vorkommenden Arten in den Bereich seiner Untersuchungen gezogen hat. Die Entwicklung des Silur in Böhmen kann bekanntlich nicht als eine typische gelten, sondern muss als eine eigenthümliche lokale Ablagerung aufgefasst werden; es werden daher alle Abhandlungen die sich ausschließlich mit den Vorkommnissen des böhmischen Silurs befassen mehr den Charakter einer lokalen Studie tragen, da ohne Berücksichtigung der anderwärts vorkommenden Formen eine allgemeine Behandlung des Stoffs nicht gut denkbar ist. Der Verfasser selbst bemerkt zwar, dass er sich nur auf jene Formen der Gattungen Dalmanites und Phacops beschränke, welche in den Silurablagerungen Böhmens auftreten, und zwar nicht

1) Salter, A Monograph of British Trilobites. Palaeontological Society Bd. XVI. London 1864.

nur deshalb, weil dieselben hinsichtlich ihrer Organisation wie ihrer Lagerungsverhältnisse am besten gekannt sind, sondern auch weil ihm hinsichtlich der ausländischen Vorkommnisse ausreichende Literatur nicht zur Verfügung stand. Es dürfte aber dann zweckmäßig erscheinen, wenn die Ueberschrift der Abhandlung in diesem Sinne eingeschränkt wäre, da z. B. englische Formen doch manche Eigenheiten zeigen, welche bei der Diskussion der Verwandtschaft von Phacops und Dalmanites im Allgemeinen, erwähnt werden müssten.

Barrande hat bekanntlich als Hauptunterschied beider Gattungen die Merkmale bezeichnet, welche sich auf die Loben und Furchen der Glabella beziehen. Nach seiner Abgrenzung der beiden Genera würde Phacops alle die Formen umfassen, welche außer drei vordern noch eine hintere Seitenfurche, „eine Zwischenfurche" mit der Glabella zeigen, Dalmanites diejenigen, welchen eine derartige „sillon intercalaire" fehlt. Darnach wäre die Zahl der verschmolzenen Segmente, welche das Kopfschild bilden bei Phacops größer als bei Dalmanites; da nun diesem einen Segment mehr, auch ein Paar Mundanhänge mehr entsprechen würden, so wäre in diesem Merkmal ein Fundamentalunterschied begründet. Außerdem führt Barrande noch eine Reihe von Kennzeichen an, die er aber selbst als accessorisch bezeichnet.

In einer ungemein sorgfältigen Untersuchung, in Betreff der wir hier auf die Originalarbeit verweisen müssen, erbringt Hoernes den Beweis, dass diese Darstellung nur dann vollständig passt, wenn die auffallend verschiedenen Typen des obersten Silur (die Etagen F und G) einander gegenübergestellt werden. Bringt man jedoch intersilurische Dalmanites-Formen und Phacops-Arten aus der Gruppe des *Ph. Glockeri* und *bulliceps* zur Vergleichung, so verschwinden die Kontraste. Die für die Trennung von Phacops und Dalmanites entscheidende Verschiedenheit im Bau der Glabella kann daher nur als eine graduelle und allmählich erworbene angesehen werden, denn aus dem geologischen Alter und der Entwicklungsgeschichte der einzelnen Formen ergibt sich „dass der tatsächlich bei obersilurischen Phacops- und Dalmanites-Formen vorhandene große Unterschied im Bau der Glabella allmählich durch Differenzirung hervorgegangen ist. Es existirt demnach im Bau der Glabella von Phacops und Dalmanites keine kardinale Verschiedenheit, etwa in der Weise, dass erstere Gattung um ein verwachsenes Segment im Kopfschild mehr aufzuweisen hätte als letztere; wir finden vielmehr Anhaltspunkte genug für die Annahme, dass beide Gattungen von gemeinsamer Wurzel entstammend allmählich die trennenden Merkmale sich aneigneten. In ähnlicher Weise verhalten sich die accessorischen Merkmale, welche Phacops und Dalmanites unterscheiden, die daher ebenfalls als allmählich erworbene zu bezeichnen sind.

In Böhmen tritt das Genus Dalmanites in zwei zeitlich und mor-

phologisch scharf geschiedenen Gruppen auf, deren Bindeglieder noch nicht mit hinreichender Sicherheit (nur für Böhmen giltig) nachgewiesen sind. Die ältere untersilurische Gruppe des *Dalm. socialis* unterscheidet sich von der jüngern obersilurischen Gruppe des *Dalm. Hausmanni*, durch mangelnden oder rudimentären Stirnrand, wenig abgeschnürten Stirnlobus der Glabella und durch geringere Zahl der Segmente im Pygidium. In diesen negativen Kennzeichen der Gruppen erblicken wir eine gewisse Hinneigung nach Phacops; weiter aber umfasst diese Gruppe Formenreihen, welche entschieden zur obersilurischen *Hausmanni*-Gruppe hinführen. Das Bindeglied zwischen dem ersterwähnten Zweige und den typischen Phacopsarten bildet die Gruppe des *Phacops Glockeri*, die durch eine zusammenhängende Reihe von Merkmalen mit den jüngern Phacopsarten verknüpft ist, andrerseits aber mit den ältern Dalmaniten verwandt ist, wenn auch die wirklich verbindenden Uebergänge keineswegs durch tatsächlich beobachtete Reihen nachgewiesen sind. Die Resultate seiner Untersuchungen hat H. in folgendem Schema zusammengestellt:

Vertretung
des Dalmanites und Phacopstamms in der Silurformation Böhmens

Ober-Silur	Etage F G H	Gruppe des Dalm. Hausmanni	Gruppe der jüngern (typischen) Phacops-Formen
Mittel-Silur	Etage E	Zwischenglieder unbekannt	Gruppe des Phacops Glockeri
Unter-Silur	Etage D	Formenreihen, welche zur Gruppe des Dalm. Hausmanni führen	Einzelne Formen, welche zum Phacopsstamme führen
		Gruppe des Dalm. socialis	

Nötling (Königsberg).

I. Hans Virchow, Ueber die Gefässe der Chorioidea.

Verhandl. der phys. med. Gesellsch. zu Würzburg. N. F. Bd. XVI. 1881.

II. Hans Virchow, Ueber Fischaugen.

Sitzungsber. der phys. med. Gesellsch. zu Würzburg. 1881. 2 S.

III. Rothholz, Zur Aetiologie des Staphyloma posticum.

Breslauer Inaug. Diss. Berlin, 1881. Arch. f. Ophthalm. Bd. XXVII, 2. 21 S. 1 Taf.

Durch Hannover (Oversigt over det kgl. Videnskabernes Forhandl. Kjobenhavn. 1876) ist ein 0,2 mm. dicker, bindegewebiger

Strang beschrieben worden, welcher an der Stelle der Fovea centralis von hinten her die Sclera durchbohrt. Diese Stelle entspricht einer narbigen Verschließung der fötalen Augenblasenspalte und v. Ammon (Prager Vierteljahrsschr. f. d. prakt. Heilk. 1860, Bd. 65 S. 135 und 161) hatte daselbst mitunter einen linienförmigen Streifen, Raphe scleroticae, gefunden, während Hannover den von ihm beschriebenen Strang Funiculus sclerae nennt. Da sich die Sclera bei der Bildung der sekundären aus der primären Augenblase nicht mit einstülpt, so erklärt Rothholz die Spaltbildung in der Sclera durch die ganz einfache Annahme, dass der Blutgefäße führende Stiel der Glaskörperanlage früher in die Höhle der sekundären Augenblase hineinwächst, als die Sclera aus dem Mesoderm sich bildet. Letztere muss dadurch natürlicher Weise einen Spalt bekommen, der freilich der primären Augenblasenspalte nur analog, nicht homolog ist, jedenfalls aber zur Bildung des Funiculus sclerae Anlass gibt. Letzterer erscheint dem bloßen Auge ziemlich gut begrenzt. Bei Untersuchung mit der Lupe heften sich die Sclerafasern in abgerundeten Bündeln an die Oberfläche des Strangs; sie durchsetzen keineswegs den Funiculus, sondern ihre Kontinuität wird durch denselben unterbrochen. Stärker vergrößert zeigt sich dieser fein längsgestreift, die Fasern laufen in sagittaler Richtung, fast rechtwinklig zu denjenigen des Scleralgewebes, sind viel feiner als dieselben und schwer zu isoliren. Dazwischen finden sich kleine eckige Kerne.

Das vordere, nach der Chorioidea hin gelegene Ende des Funiculus ist etwas dicker und haftet der äußern Fläche der Chorioidea ziemlich fest mittels einer trompetenartigen Verbreiterung an. Das hintere Ende ist meistens gleichfalls etwas breiter und verliert sich nach kürzerm oder längerm Verlauf in das die äußere Fläche der Sclera bedeckende Bindegewebe. Die Sclera ist da, wo sie von dem Strang durchsetzt wird, am vordern und hintern Ende desselben meist leicht eingesunken, so dass sie hier dünner erscheint, als in der Umgebung. Hannover fand den Funiculus konstant in 50—60 Augen; derselbe zeigt aber verschiedene Varietäten. Oefters ist sein Verlauf ein schiefer oder gewundener, so dass man ihn auf einem (Vertikal-) Schnitt nicht in seiner ganzen Ausdehnung erhält; er kann sich nach vorn teilen, oder es sind (selten) mehrere dünne Stränge neben dem Funiculus vorhanden. Nicht nur zeigen sich neben demselben in der Sclera größere Blutgefäße, sondern auch im Funiculus Andeutungen von solchen, die obliterirt sind. An manchen Augen ist eine Furche in der Außenfläche der Sclera vorhanden, welche von der Sehnerveninsertion über den hintern Pol des Bulbus lateralwärts verläuft, in andern Augen eine leichte Einsenkung in der Sclera am hintern Ende des Funiculus. — Auch die Gefäße der Chorioidea zeigen öfters die Spur einer Trennungslinie (Raphe chorioideae).

Die obigen Angaben Hannover's bestätigte Rothholz, der un-

ter Ponfick's Leitung arbeitete, im Wesentlichen vollständig und fand in einem Falle, dass sehr zahlreiche Pigmentzellen dem Verlauf des Strangs folgten. Rothholz hat auch die Bildung des Funiculus bei Schweine-Embryonen von 22—32 mm. Körperlänge studirt und Abbildungen davon gegeben, sowie erstere beim erwachsenen Schwein nachgewiesen. — Im Uebrigen beschäftigt sich die ebenfalls im Archiv für Ophthalmologie erschienene Dissertation mit der mutmaßlichen Entstehung der als Staphyloma posticum bezeichneten Ausbuchtung der Sclera an der betreffenden Stelle durch eine der angebornen Varietäten des Funiculus, worauf hier nicht weiter eingegangen werden kann. Im Ganzen ist jedoch die Sache sehr einfach: die Narbe der Sclera gibt nach und daraus entsteht jene Ausbuchtung (Ref.).

Hans Virchow (II) lässt es dahin gestellt sein, ob die Blutgefäße des Pecten u. s. w. bei Kaltblütern für die Retina oder den Glaskörper bestimmt sind; jedenfalls gibt es viele Fische, deren Glaskörper der Gefäße gänzlich entbehrt, nicht nur sämmtliche Knorpelfische von Petromyzon bis zu Acipenser, sondern auch viele Knochenfische. Wo sie vorhanden sind, zeigen sich die Glaskörpergefäße gewöhnlich nach einem von drei Typen geordnet:

1) Die Arterien treten am Rande ein, die Venen daselbst aus (Knochenganoiden, Welse).

2) Die Arterien treten an der Papille ein, die Venen am Rande aus (Cyprinoiden).

3) Die Arterien treten an der Papille ein, die Venen daselbst aus (Encheliden; beim Aal liegen die Venen dabei in der Retina).

Letztere Angabe ist von allgemeinerm Interesse, wie sich zeigen dürfte, wenn statt dieser vorläufigen erst die ausführliche Mittheilung des Verfassers erschienen sein wird. Ref. hatte früher (1876) vermutet, der Aal besäße trotz der zahlreichen Kapillargefäße seiner Retina kein der A. centralis retinae homologes Gefäß und die Möglichkeit scheint offenbar vorhanden zu sein, dass die an der Sehnervenpapille eintretenden resp. austretenden Blutgefäße in Wahrheit solche sind, welche der Stiel der primären Augenblase oder der spätere N. opticus in seiner Pialscheide vom Gehirn her mitbringt.

Hans Virchow (I) hat ferner die Gefäße der Chorioidea beim Kaninchen genau untersucht. Bekanntlich ist bei diesem Tier die eigentliche A. ophthalmica (A. ophthalmica superior, Ref.; A. ophthalmica interna, H. Virchow) sehr klein, versorgt nur den Bulbus selbst mittels der Aa. centralis retinae und ciliares. Dagegen gibt die A. ophthalmica inferior s. externa die Aa. lacrymalis, frontalis, supraorbitalis ab, anastomosirt übrigens konstant mit der A. ophthalmica superior. Während letztere von der A. carotis interna abgesendet wird, ist die A. ophthalmica inferior ein Ast der A. maxillaris interna und stammt somit indirekt aus der A. carotis externa. Die Anastomose zwischen den beiden Augenarterien liegt an der nasalen

(medialen, innern resp. beim Kaninchen vordern) Seite des N. opticus (s. des Ref. Anatomie des Kaninchens. 1868. S. 185 und 186). — Die Venen entsprechen den genannten Arterien.

H. Virchow hat die Arterien mit alkoholischer Schellacklösung injicirt und gefunden, dass die A. ophthalmica inferior nicht nur die A. ciliaris longa lateralis s. temporalis abgibt, sondern sich vermöge ihrer Anastomose mit der A. ophthalmica superior auch an der Bildung der A. ciliaris longa medialis s. nasalis und vielleicht sogar der A. centralis retinae betheiligt. Die beiden Aa. ciliares longae geben jede 3—6 Aeste ab, die sich zum Teil wiederum spalten, so dass 15—18 Aa. ciliares breves in die Sclera eintreten, außerdem zwei dergleichen (Aa. chorioideae, H. Virchow) direkt aus der A. ophthalmica interna stammen.

Die Venen verlaufen in der Chorioidea gleichgerichtet mit den Arterien und in derselben Ebene (Kugelschale). Jede Arterie wird von zwei Venen eingefaßt, aber nicht umgekehrt jede Vene von zwei Arterien, da die Venen zahlreicher sind. Es sind stets vier Vv. vorticosae vorhanden, für vier Quadranten des Bulbus; zwischen denselben existirt im distalen Teil des Bulbus ein dichtes Anastomosennetz, der (unpassend) sogenannte Circulus venosus Horii und außerdem gibt es einige, wie es scheint vier, Vv. accessoriae intermediae (Zinn), die auch beim Menschen vorzukommen scheinen. Dieselben verlaufen im Horizontalmeridiane vom Ciliarrande der Chorioidea bis zur Eintrittsstelle der Aa. ciliares longae, ihre proximalen Enden kreuzen sich rechtwinklig mit der Richtung der Aeste der Vv. vorticosae; ob sie selbstständig durch die Sclera hindurchpassiren, ist zweifelhaft.

Was die Kapillargefäße anlangt, so ist das Netz derselben im Horizontalmeridian am dürftigsten und regelmäßigsten, die Kapillaren an Injektionspräparaten 0,01 mm. weit, ihre Lücken 0,005 groß; entfernter von demselben sind die erstern etwas weiter von einander entfernt und 0,011 dick. An der erstgenannten Stelle sowie in Lücken zwischen den Bezirken der Vv. vorticosae entstehen einige Venenanfänge durch successives dichotomisches Zusammentreten, in der übrigen Chorioidea gehen die Venen unmittelbar aus dichten venösen Kapillarnetzen hervor.

Es sind noch einige Besonderheiten zu erwähnen, welche der Chorioidea des Kaninchens gegenüber der menschlichen zukommen. Die Aa. ciliares breves treten als Aeste der Aa. ciliares longae auf und erreichen die Choriodea in einer Linie, die annähernd mit dem horizontalen Meridian des Bulbus zusammenfällt. Die vordern Ciliararterien betheiligen sich nicht an der Versorgung der Chorioidea [diesen Punkt hat übrigens Ref. — in seinem Handb. der speciellen Anatomie, 1879. S. 375. Anm. 1. — auch für den Menschen bestritten], ebensowenig anastomosiren die eigentlichen Arterien der Chorioidea mit dem Circulus arteriosus iridis major, welches letztere sich beim

Menschen jedoch vielleicht ebenso verhält. [Nach C. Krause gehen beim Menschen nur sehr wenige Zweige der Aa. ciliares posteriores breves zur Iris, Ref.]. Die Sammelstellen der Venen liegen nahe am ciliaren Rande der Chorioidea; es sind [wie beim Menschen, Ref.] vier Vv. vorticosae vorhanden und Anordnung der Venen in jedem Quadranten ist konstant und einheitlich. Verschiedenheiten bietet die Anordnung des Venennetzes im ciliaren und im übrigen Teil der Chorioidea, indem im erstern die Maschen enger, runden Löchern vergleichbar sind, während letztere nach dem proximalen Pole des Bulbus hin neben langgestreckten Spalten vorkommen.

Außerdem ergibt sich, dass die von der Iris herkommenden sog. Vasa recta nicht den in der Chorioidea liegenden Wurzeln der Vv. vorticosae gleich, dass die Arterien und Venen der Chorioidea gleichlaufend, die Gefäße der Membrana choriocapillaris nicht nur in der Dichtigkeit, sondern auch im Charakter wechselnd sind. Endlich ist nicht nur der Uebergang der Arterien in das Kapillarnetz an verschiedenen Stellen der Chorioidea verschieden, sondern auch die Entstehung der Venen aus den Kapillaren anders als beim Menschen. Doch glaubt H. Virchow, dass eine genauere Untersuchung der letztern Punkte beim Menschen möglicherweise noch eine größere Uebereinstimmung mit der Gefäßanordnung des Kaninchens herausstellen könnte.

Am Schluss der äußerst sorgfältigen und vielfache neue Gesichtspunkte eröffnenden, auch mit schönen naturtreuen Abbildungen ausgestatteten Arbeit gibt der Verf. noch Notizen über die Blutgefäße der Chorioidea von einem siebenmonatlichen und einem 23 cm. vom Scheitel bis zum Steiß langen menschlichen Embryo, von zwei Neugebornen, einem alten Weibe, vom Reh und der Katze und namentlich vom Frosch. Bei letzterm gibt es eine Reihe von Verhältnissen, in denen größere Uebereinstimmung mit dem Kaninchen als mit dem Menschen herrscht. Indess muss in Betreff aller dieser Dinge auf das Original verwiesen werden.

W. Krause (Göttingen).

Ueber die Dauer einfacher psychischer Vorgänge.

Von Dr. **E. Kraepelin** (München).

(Fortsetzung.)

Verfolgen wir den Weg des Reizes, nachdem wir die einzelnen an seiner peripherischen Angriffsstelle sich geltend machenden Momente ins Auge gefasst haben, weiter zum Centralorgan, so gelangen wir zunächst in die sensiblen Leitungsbahnen. Wie das Zeitteilchen, welches durch das Passiren derselben in Anspruch genommen wird, unter normalen Verhältnissen gegenüber der gesamten Reaktionsdauer

überhaupt verschwindend klein ist, so sind auch in dieser Strecke nicht die Ursachen besonderer Schwankungen jener Zeit zu suchen. Man hat zwar bekanntlich nachgewiesen, dass die Leitungsgeschwindigkeit in den motorischen Nerven bei Erwärmung derselben nicht unbeträchtlich zunimmt und umgekehrt; allein die durch solche Einflüsse sich herausstellenden Differenzen können im Allgemeinen für die Länge der ganzen Reaktionszeit kaum in Betracht kommen. Das durchaus dominirende und bestimmende Element für diese letztere liegt vielmehr in jenem vielgestaltigen Faktor, welchen wir unter dem Namen der psychophysischen Disposition den bisher besprochenen physikalischen und physiologischen Momenten gegenüberstellen können.

Zwei Hauptgesichtspunkte sind es, unter denen sich der Einfluss der psychophysischen Disposition auf die Länge der einfachen Reaktionszeit zusammenfassen lässt: sie kann Ursache der Schwankungen bei einem und demselben, sowie der Differenzen zwischen verschiedenen Individuen werden. In ersterer Beziehung wollen wir sie als aktuelle, in letzterer als individuelle psychophysische Disposition bezeichnen. Unter der erstern verstehen wir die aus innern oder äußern Gründen sich entwickelnden mehr vorübergehenden Zustandsveränderungen des Beobachters, während die letztere Kategorie alle jene stabilern Eigentümlichkeiten enthält, welche der Individualität des Einzelnen ihr besonderes Gepräge verleihen.

Bei weitem das veränderlichste unter den Momenten, durch welche die Schnelligkeit der Reaktion beeinflusst werden kann, ist die Aufmerksamkeit. Die Anspannung derselben bildet bekanntlich einen Teil des Appercepționsvorgangs, ist von einem eigentümlichen Gefühl centrifugaler Erregung begleitet und führt zu einer Verstärkung des von außen zugeleiteten Simneseindrucks. Das Zustandekommen dieser letztern Erscheinung ist wol einer Reizbarkeitserhöhung im Gebiete des betreffenden Sinns zuzuschreiben, auf welchen sich die Aufmerksamkeit gerade richtet. Die Verstärkung eines Eindrucks fällt dabei um so bedeutender aus, je genauer Zeit, Lokalisation, Intensität und Qualität desselben vorher bekannt sind. Es hat somit den Anschein, als ob die Anspannung der Aufmerksamkeit centrifugale Erregungen erzeugt, die, aus Erinnerungsvorstellungen sich ableitend, dem erwarteten Reiz möglichst konform sind. Je weniger eindeutig die Erwartung sich gestaltet, desto unbestimmter wird demnach der Charakter der centrifugalen Erregung sein, während dieselbe die bestimmte Form eines Erinnerungsbildes annimmt, wenn die Beschaffenheit des Reizes nach den verschiedenen Richtungen hin vorher bekannt ist. Die Bedeutung dieser Beziehungen für die Reaktionsdauer ist im Einzelnen von Wundt näher untersucht worden. Den Einfluss der zeitlichen Unbestimmtheit des Reizes studirte er in der Weise, dass er in diesem letztern bald in gemessenem Intervall ein Signal vorausgehen ließ, bald nicht. Regelmäßig stellte sich im erstern Fall eine kürzere

Reaktionszeit heraus, als im letztern. Allerdings müssen diese Versuche insofern mit Vorsicht aufgenommen werden, als sich bei einer gewissen Einübung auf dieselben bald unwillkürlich das Bestreben des Beobachters geltend macht, möglichst gleichzeitig mit dem vorausgesehenen Eindruck zu reagiren. Hier tritt dann bisweilen die schon in der Einleitung erwähnte Erscheinung hervor, dass der Reiz anticipirt und registrirt wird, bevor er wirklich stattgefunden hat. So interessant solche Erfahrungen für die Theorie der Aufmerksamkeit und auch der Zeitschätzung sind, so wenig können dieselben dann natürlich für die Bestimmung der Reaktionszeit Verwertung finden. In ähnlicher Weise, wie für den signalisirten Eintritt des Reizes beschleunigt sich die Reaktion, wenn dieser letztere seiner Intensität nach vorher bekannt ist. Wundt wies diese Beziehung dadurch nach, dass er verschiedene Schallstärken bald in regelmäßigem, bald in unregelmäßigem Wechsel auf einander folgen ließ. Endlich verlängert sich die Reaktionszeit nicht unbeträchtlich, wenn der Beobachter gar nicht weiß, welchem Sinnesgebiete der erwartete Eindruck angehören werde. „Man bemerkt dann zugleich eine eigentümliche Unruhe, weil das die Aufmerksamkeit begleitende Spannungsgefühl fortwährend zwischen den einzelnen Sinnen hin- und herwandert.“ Die größere oder geringere Vollkommenheit in der Adaptation der Aufmerksamkeit an den zugeleiteten Reiz ist demnach wie für die Schärfe der Auffassung, so auch für die Dauer der Reaktionszeit von der größten Bedeutung. Wundt ist sogar geneigt, die früher besprochenen Differenzen für verschiedene Intensitätsgrade der Eindrücke darauf zurückzuführen, dass die Aufmerksamkeit sich im Allgemeinen nur auf mittlere Reizstärken einzustellen im Stande sei, und dass somit sehr schwache und sehr starke Eindrücke ähnlich wie unerwartete wirken müssten. Auf der andern Seite könnte man die vorhandenen Beobachtungen wol auch so erklären, dass durch sehr schwache Reize der Erregungszustand im Centralorgane nur äußerst langsam eine gewisse Intensität erreicht, die auch durch die Aufmerksamkeit nur bis zu einem mäßigen Grad verstärkt werden kann, während Reize von bedeutender Heftigkeit infolge der angespannten Aufmerksamkeit mit solcher Intensität in den Blickpunkt unsers Bewusstseins gelangen, dass sie ein Erschrecken hervorrufen und dadurch die Ausführung der Reaktionsbewegung verzögern.

Nicht minder wichtig, als die qualitative und quantitative Adaptation ist für die Schnelligkeit der Reaktion die Concentrirung der Aufmerksamkeit auf ein möglichst einfaches und scharf begrenztes Objekt, ein Vorgang, der begreiflicherweise zu jenen erstern in nahen Beziehungen steht. Je eindeutiger die Richtung und Art der Anspannung bestimmt ist, desto intensiver wird die centrifugale Erregungswelle und somit die Verstärkung des zugeleiteten Sinneseindrucks ausfallen können. Jeder gleichzeitige andersartige Reiz muss daher die Auf-

fassung des Prüfungsreizes stören und verzögern. Der experimentelle Nachweis für die Richtigkeit dieses Satzes ist von Wundt, Obersteiner und Buccola geliefert worden. Wundt fand eine erhebliche Verlängerung der Reaktionszeit, wenn er neben dem Prüfungsreiz einen andern kontinuirlichen störenden Reiz auf die Versuchsperson einwirken ließ. Die eintretende Verzögerung ist nach seinen Versuchen wahrscheinlich am größten, wenn beide Eindrücke auf disparaten Sinnesgebieten liegen, ein Resultat, das auch theoretisch durchaus einleuchtend erscheint. Obersteiner stellte seine Versuche in der Weise an, dass er durch die Musik einer Spieldose, die Bilder eines Kaleidoskops oder die Einwirkung eines Induktionsstroms die Aufmerksamkeit des Beobachters ablenkte, während dieser dieselbe auf den Prüfungsreiz zu konzentriren suchte. Regelmäßig ergab sich eine bedeutende Verlängerung der Reaktionszeit, die erst mit dem Ausschalten jener Nebenreize sofort dem normalen Verhalten wieder Platz machte. Ebenso konnte Obersteiner bei mehrern Personen eine Verlangsamung der Reaktion von 0,134″ auf 0,315″ resp. von 0,130″ auf 0,216″ nachweisen, sobald während der Versuche im gleichen Zimmer ein leises Gespräch geführt wurde. Ueber ganz ähnliche Erfahrungen berichtet Buccola, der bei Idioten und Blödsinnigen sehr hohe, die Zeit von 1—2 Sekunden überschreitende Reaktionszahlen erhielt, wenn er beim Experimentiren mit Gehörseindrücken und elektrischen Hautreizen die Aufmerksamkeit durch ein kontinuirliches Nebengeräusch ablenkte. Bei Gesunden ergab sich eine beträchtliche Verlängerung der Reaktionsdauer, wenn er sie aufforderte, während des Wartens auf den Prüfungsreiz dem Vorlesen irgend eines kurzen Satzes zu folgen. Alle Untersucher konstatirten ferner übereinstimmend eine Zunahme der mittlern Schwankungen zwischen den einzelnen Beobachtungszahlen, sobald die Concentration der Aufmerksamkeit durch die erwähnten Einflüsse gestört wurde. Diese letztere Erscheinung ist es nun in der Tat, welche uns ein direktes Maß für die Beurteilung der Aufmerksamkeitsspannung an die Hand gibt und mit Recht ein Dynamometer derselben genannt werden kann. Während alle andern Momente, welche die Länge der Reaktionszeit zu verändern im Stande sind, eine gewisse Konstanz ihrer Wirkung wenigstens innerhalb kürzerer Zeiträume, erkennen lassen, kann die Aufmerksamkeit von einer Beobachtung zur nächsten von 0 bis zu ihrem Maximalwert schwanken und somit die Reaktionszeit von unendlicher Dauer bis zu ihrem Minimum herabdrücken. Gerade dieses Minimum ist es aber, wie wir bereits früher sahen, welches wir als Repräsentanten der einfachen Reaktionszeit sensu strictiore betrachten müssen. Um daher diese letztere zu eruiren, ist es notwendig, den Einfluss der Aufmerksamkeit konstant auf dem Maximalwert zu erhalten. Indess gelingt es in der Praxis nur annäherungsweise, diese theoretische Forderung zu erfüllen, und eben der Grad dieser

Annäherung ist es, der durch die Größe der mittlern Schwankungen bestimmt wird. Je konstanter die erhaltenen Zahlen unter sich sind, desto gleichmäßiger war die maximale Anspannung der Aufmerksamkeit erreicht. Diese Ueberlegung führt ohne Weiteres zu der Frage, welche Abschnitte des Reaktionsvorgangs es denn wol sein können, deren Dauer durch die Tätigkeit der Aufmerksamkeit in so entschiedener Weise beeinflusst wird. Bei der Beantwortung derselben kann es sich selbstverständlich nur um das psychophysische Studium handeln und von dessen Komponenten ist es wieder die Apperceptionszeit auf deren Rechnung, wie Wundt ausführt, die hier besprochenen Schwankungen wesentlich zu setzen sind. Außerdem ist aber die Anspannung der Aufmerksamkeit auch von verschiedenem Einfluss auf die Willenszeit, insofern sich ja wenigstens beim einfachen Reaktionsvorgange gleichzeitig mit jenen ein motorischer Impuls entwickelt, der um so rascher zur Auslösung der verabredeten Bewegung führt, je größer die Intensität ist, mit welcher der Sinneseindruck in den Blickpunkt des Bewusstseins tritt. Ja, bei den höchsten Graden der Aufmerksamkeit kann die gleichzeitig sich entwickelnde Willensspannung so weit anwachsen, dass sie bereits bei ganz zufälligen, von dem erwarteten Prüfungsreiz durchaus verschiedenen Eindrücken oder auch ohne nachweisbare Veranlassung gegen die Absicht des Beobachters das Eintreten der Reaktion zur Folge hat. Außer der Apperceptionszeit dürfte daher auch die Willenszeit in ihrer Dauer einer Beeinflussung durch den Spannungsgrad der Aufmerksamkeit unterliegen.

Das eigentümliche, die Aufmerksamkeit begleitende Spannungsgefühl das ihr zugleich für die Selbstbeobachtung den Charakter der innern Tätigkeit verleiht, macht es leicht erklärlich, dass es schwer ist, den Grad derselben längere Zeit konstant zu erhalten. Wie alle mit Anstrengung verbundenen Vorgänge führt auch die Anspannung der Aufmerksamkeit zu dem Zustand der Ermüdung, dessen Symptome zwar vorübergehend durch die Willensenergie verwischt werden können, sich aber trotzdem schließlich nur um so sicherer und ausgedehnter geltend machen. Der Einfluss der Ermüdung auf die Reaktionszeit wird sich daher zunächst in ganz ähnlicher Weise äußern, wie derjenige der Zerstreuung durch Nebenreize, nämlich in einer Vergrößerung der mittlern Schwankungen, bis sich dann bei höhern Graden der Abspannung zugleich eine Verlängerung der Reaktionsdauer überhaupt herausstellt, die eben in der fortschreitenden Unfähigkeit einer Adaptation und Concentration der Aufmerksamkeit ihren Grund hat. Kries und Auerbach haben die Wirkung der Ermüdung nach ihrem Umfang geprüft und dabei gefunden, was auch Exner und Wundt angaben, dass die durch sie bedingten Schwankungen im Allgemeinen ziemlich geringe sind. Am größten fallen dieselben dort aus, wo sich das Gefühl der Anstrengung sehr ausgeprägt bemerkbar macht.

In entgegengesetzter Richtung und zugleich mit größerer Konstanz, als die Ermüdung, wirkt die Uebung auf die Reaktionsdauer. Während das erstere Moment bei genügend langer Fortsetzung der Beobachtungen in jeder einzelnen Reihe sich am Ende geltend macht, pflegt die Uebung, nachdem sie einmal bei einem Individuum ihren Maximalwert erlangt hat, späterhin keine wesentlichen Schwankungen in ihrem Einflusse auf die Reaktionsdauer erkennen zu laßen; derselbe bleibt vielmehr auf dem erreichten und überhaupt erreichbaren Maximum konstant. Die Bedeutung der Uebung tritt daher in ihrer allmählichen Entwicklung nur bei solchen Beobachtern hervor, die noch gar keine oder erst sehr wenige Reaktionsversuche angestellt haben. Sie äußert sich in der Weise, dass die ersten Reaktionszahlen verhältnissmäßig große absolute Werte und bedeutende Schwankungen aufweisen, bis mit fortgesetztem Experimentiren die Resultate kürzer und gleichmäßiger werden. Ziemlich bald, meist schon nach einer kleinern Anzahl aufmerksam durchgeführter Versuchsreihen lässt sich keine fortschreitende Verkürzung der Reaktionszahlen und keine Verminderung der mittlern Schwankungen mehr erkennen, d. h. der Einfluss, den die Uebung überall auf die Reaktionsdauer haben kann, hat seine äußerste Grenze erreicht. Nur nach längerer Unterbrechung der Experimente ist meist eine rasch vorübergehende Erhöhung der Versuchszahlen zu konstatiren, und auch die ersten Beobachtungswerte einer neuen Reihe fallen, wie Dietl und Vintschgau bemerkten, nicht selten etwas höher aus, als die folgenden. Eine recht langsam sich vollziehende, aber zugleich sehr ausgiebige Verkürzung der Reaktionszeit durch die Uebung beobachtete Exner bei einem 76-jährigen, ungebildeten Greise. Bei demselben sank die Dauer der einfachen Reaktion in 11 Tagen von 0,9952″ auf 0,3576″ und betrug nach einem weitern halben Jahre nur noch 0,1866 Sekunden. Man dart wol vermuten, dass das vorgerückte Alter, sowie die mangelnde Bildung als die Ursache der hohen Anfangswerte und der langsamen Akkommodation des psychophysischen Mechanismus anzusprechen ist. Das Wesen dieser Akkommodation ist von den meisten Autoren, wie z. B. Kries und Auerbach und Wundt, als die Erlangung einer größern Fähigkeit, seine Aufmerksamkeit auf den erwarteten Reiz einzustellen, aufgefasst worden. Für diese Ansicht spricht die Abnahme der mittlern Schwankungen unter dem Einflusse der Uebung, sowie namentlich der von Kries und Auerbach nachgewiesene Umstand, dass die auf einem einzelnen Sinnesgebiete erreichte Uebung sich ohne Weiteres auch auf alle übrigen überträgt. Diese Erscheinung würde sich in der Tat kaum anders, als durch eine Einwirkung der Uebung auf die Spannung der Aufmerksamkeit erklären lassen, jenes Moment, welches ja allen Apperceptionsvorgängen im Bereiche der verschiedenen Sinne gemeinsam ist. Es darf indess nicht unerwähnt bleiben, dass Buccola, der das Wesen der Uebung sehr eingehend

bespricht, den Einfluss derselben nicht für alle Sinne gleich groß, sondern für den Hautsinn bedeutender fand, als für das Gesicht und das Gehör. Sollte sich diese Erfahrung bestätigen und also der Uebung außer ihrer Bedeutung für die Akkommodation der Aufmerksamkeit noch eine besondere Wirkung für die verschiedenen Sinnesgebiete zugeschrieben werden müssen, so wäre, wie auch Buccola andeutet, wol an eine engere associative Verknüpfung von Sinneseindrücken mit gewissen Bewegungsvorstellungen, sowie an ein Ausschleifen der centralen und peripheren Leitungsbahnen zu denken, Vorgänge, deren Maximaleffekt ja möglicherweise bei den einzelnen Sinnen verschieden rasch erreicht werden könnte.

Haben wir es in unsern bisherigen Betrachtungen mit einer Reihe von Momenten zu tun gehabt, deren Einfluss notwendig bei jedem Zeitmessungsversuche mehr oder weniger prägnant sich geltend machen und daher bei der Beurteilung jeder erhaltenen Beobachtungszahl Berücksichtigung finden muss, so bleibt uns jetzt noch eine Anzahl von Faktoren zu besprechen, die mehr zufällige Komplikationen des Experiments bilden und daher nur unter besondern Umständen auf die Ergebnisse desselben modificirend einwirken. Dahin gehören zunächst die verschiedenen Jahreszeiten. Entgegengesetzt dem beschleunigenden Einflusse, den die Erwärmung auf die Geschwindigkeit der peripheren Nervenleitung ausübt, fanden Dietl und Vintschgau die Reaktionszeit in den Wintermonaten kürzer, im Sommer dagegen, namentlich bei schwülem Wetter, nicht unbeträchtlich verlängert, z. B. bei Dietl bis auf 0,193″ gegenüber dem Normalmittel von 0,1371″. Diese Erfahrung stimmt mit dem bekannten subjektiven Gefühle langsamern Ablaufs der geistigen Tätigkeit bei großer Hitze gut überein. Von entschiedenem Einflusse auf die Reaktionszeit sind ferner allerlei körperliche Zustände, Affekte u. dergl. Obersteiner beobachtete bei einer Dame eine Steigerung der Versuchszahlen von 0,134″ auf 0,175″, als sich bei derselben Kopfschmerzen eingestellt hatten. Dietl und Vintschgau fanden, dass depressive Affekte im Stande sind, die Reaktionszeit auf Stunden und Tage hinaus zu verlängern. Dieselbe betrug z. B. nach einer voraufgegangenen Verstimmung bei Ersterm 0,1533″ gegenüber dem Normalmittel von 0,1371″, bei Letzterm dagegen 0,1729″, während sie sich unter normalen Verhältnissen auf 0,1532″ hatte berechnen lassen. Obersteiner und Buccola sind geneigt, die hier besprochenen Verzögerungen durch eine Ablenkung der Aufmerksamkeit zu erklären, ähnlich jenen, die wir als die Folgen störender Nebenreize kennen gelernt haben. Mit dieser Auffassung, die sonst sehr nahe liegt, stimmt nur die von Dietl und Vintschgau urgirte Beobachtung nicht überein, dass die mittlern Schwankungen hier die gewöhnlichen Grenzen nicht zu überschreiten pflegen. Es hat somit den Anschein, dass wir es mit einem konstanter wirkenden verzögernden Faktor zu tun haben, als es die einfache Zer-

streuung ist. Nach den klinischen Erfahrungen, welche man bisweilen bei Melancholischen macht, die ganz gut auffassen, aber äußerst langsam reagiren, könnte man geneigt sein, hier an eine Verlangsamung der Reizübertragung von den sensorischen auf die motorischen Centren, mithin an eine Verlängerung der Willenszeit zu denken, die psychologisch etwa auf eine Erschwerung der aktiven Appercception, hier speciell derjenigen von Bewegungsvorstellungen zurückzuführen wäre.

Im entgegengesetzten Sinne, als die bisher aufgeführten Momente, wirken leichte geistige und körperliche Anstrengungen. Dieselben scheinen, wie Dietl und Vintschgau und ebenso Buccola ausführen, einen vorübergehenden psychischen, vielleicht auch vasomotorischen Erregungszustand in ihrem Gefolge zu haben, der dann den Ablauf des Reaktionsvorgangs erleichtert und beschleunigt. Dabei pflegten indess auffälliger Weise die mittlern Schwankungen zu wachsen. Wir haben hier endlich noch der Versuche zu gedenken, die von Exner, sowie von Dietl und Vintschgau zur Eruirung der Einwirkung medikamentöser Stoffe auf die Reaktionszeit angestellt worden sind. Hinsichtlich des Thees, wie des Morphiums kam der erstgenannte Forscher zu keinem verwertbaren Resultate, dagegen sah er nach rascher Einverleibung von zwei Flaschen Hochheimer die Reaktionszeit von 0,1904" bis auf 0,2969" steigen, obgleich der Beobachter sehr rasch zu reagiren glaubte und die einzelnen Signale sehr heftig gab. Das gleiche Ergebniss erhielten Dietl und Vintschgau bei ihren sorgfältig durchgeführten Untersuchungen, wenn rasch größere Quantitäten Alkohol eingeführt wurden. Dagegen stellte sich, wenigstens für den von ihnen fast ausschließlich in Anwendung gezogenen Champagner, beim Genusse geringerer Mengen eine vorübergehende Verkürzung der Reaktionszeit heraus, die bei länger fortgesetztem langsamem Trinken eine gewisse Zeit anhielt. Eine sehr auffallende und länger andauernde Beschleunigung des Reaktionsvorgangs konnte dagegen etwa 20—25 Minuten nach dem Genusse zweier Tassen guten starken Kaffees nachgewiesen werden; zugleich waren die Schwankungen zwischen den einzelnen Versuchszahlen bedeutend verringert. Ganz entgegengesetzt wirkte das Morphium. Infolge der subkutanen Injektion von 0,03 gr. dieses Mittels wurde nämlich die Reaktion sofort langsamer und unregelmäßiger, um allerdings ziemlich bald wieder auf die Norm zurückzukehren. Wie man leicht sieht, sind alle diese Ergebnisse nur eine ziffermäßige Bestätigung dessen, was die Selbstbeobachtung über den Einfluss der aufgeführten Stoffe auf den Ablauf der psychischen Processe täglich lehrt. Trotzdem müssen wir es uns bei der Dunkelheit des Gebiets vor der Hand noch versagen, auf den Versuch einer ausgiebigern Verwertung der gefundenen Tatsachen für die theoretische Durchdringung der psychophysischen Vorgänge des Nähern einzugehen.

Werfen wir einen kurzen Blick zurück auf die ganze Reihe der von uns als „aktuelle psychophysische Disposition“ zusammengefassten Momente, so können wir als ein gemeinsames Kriterium derselben den Umstand bezeichnen, dass sie alle mehr oder weniger rasch vorübergehende Zustandsveränderungen im Beobachter hervorrufen, infolge deren sich Differenzen zwischen den zu verschiedenen Zeiten bei demselben erhaltenen Versuchszahlen herausstellen. Auf einem ganz andern Gebiete liegt die Frage, ob nicht auch konstante Unterschiede zwischen verschiedenen Personen bestehen. Diese Frage, deren Lösung ja in dem ursprünglichen Probleme der persönlichen Gleichung angestrebt wurde, ist nun in der Tat von den Untersuchern übereinstimmend bejaht worden. Schwieriger ist es allerdings, zu sagen, auf welchen psychophysischen Eigentümlichkeiten der einzelnen Individuen jene Unterschiede beruhen und welche Bedeutung ihnen demnach für die psychologische Diagnostik zukomme. Wundt ist nicht geneigt, die beobachteten Differenzen als prinzipielle aufzufassen, sondern spricht die Ansicht aus, dass dieselben einmal in der sehr verschiedenen Uebung, wie sie durch die habituelle Methode der Beobachtung erworben wird, dann aber in dem individuell verschiedenen Grade gewohnheitsmäßiger Spannung der Aufmerksamkeit ihren Grund haben dürften. Er stützt sich dabei unter Anderm auf die von ihm gemachte Beobachtung, dass sich bei den höchsten Graden von willkürlicher Akkommodation der Aufmerksamkeit die Reaktionszeiten derjenigen Individuen am meisten verkürzten, die unter normalen Spannungsverhältnissen die größten Zahlen ergeben hatten. Ganz analog fanden Vintschgau und Hönigschmied, dass auch mit wachsender Intensität des Reizes die Unterschiede zwischen verschiedenen Personen sich verringerten. Trotzdem mithin sicherlich bei der Analyse der individuellen Differenzen in erster Linie die von Wundt bezeichneten Momente in Rechnung gezogen werden müssen, so fehlt es auf der andern Seite doch auch nicht an Anhaltspunkten, welche sich für die Annahme einer restirenden individuellen Disposition verwerten lassen. So gibt Buccola an, mehrfach auffallende Inkongruenz der Verschiedenheiten zwischen den Reaktionswerten zweier Beobachter auf den einzelnen Sinnesgebieten gefunden zu haben. Während z. B. die durch lange gemeinsame Erfahrung festgestellten Reaktionszeiten zwischen ihm und einem seiner Freunde in Bezug auf Haut- und Gehörsreize fast genau übereinstimmten, zeigte sich eine ausgesprochene Differenz derselben bei der Anwendung von Lichtreizen. Dergleichen Erfahrungen würden, wenn sie sich auch ferner bewähren, wol kaum anders als durch die Annahme organisch bedingter funktioneller Differenzen zu erklären sein. Ebenso begegnet man auch bei dem Studium Geisteskranker Erscheinungen, welche entschieden auf die Hypothese einer direkten Beschleunigung resp.

Verlangsamung der psychophysischen Processe hinweisen. Indess, selbst abgesehen davon, ist ja ohnedies, wie auch Wundt bemerkt, schon der Unterschied in der gewohnheitsmäßigen Anspannung der Aufmerksamkeit von ganz entschiedener praktisch-psychologischer Bedeutung. Wir wollen uns daher damit begnügen, einstweilen die bisher konstatirten individuellen Differenzen aufzuzählen und es spätern Untersuchern anheimgeben, dieselben auf ihren wahren psychologischen Wert zu reduciren.

Was zunächst den Einfluss des Alters anbetrifft, so hat Herzen[1]) gefunden, dass Kinder und alte Leute langsamer reagiren, als die rüstigen Lebensalter. Auch Obersteiner gibt an, dass infolge trägern Funktionirens der Nervenmasse bei ältern Individuen die Reaktionszeit sich verlängere, während Exner aus seinen Beobachtungen in dieser Richtung keinen bestimmten Schluss zieht. Buccola erhielt bei einem 6jährigen, lebhaften und intelligenten Knaben als Mittelzahl 0,376" mit Schwankungen von 0,269—0,457". Hinsichtlich des Geschlechts scheinen bisher keine Differenzen konstatirt worden zu sein, doch meint Obersteiner, dass die Männer eine größere Gleichmäßigkeit in den Reaktionen zeigen. Auch über Racenverschiedenheiten ist noch nichts Näheres bekannt; nur fand Herzen bei japanesischen Taschenspielern, von denen er wegen ihrer manuellen Gewandtheit sehr geringe Werte erwartete, im Allgemeinen größere Zahlen, als bei Europäern. Dagegen scheint der Bildungsgrad und auch die specielle Schulung des Geistes für die Länge der Reaktionszeit von entschiedener Bedeutung zu sein. Schon Exner sprach die Ansicht aus, dass Individuen, die gewohnt sind, ihre Aufmerksamkeit zu koncentriren, rascher reagiren, als solche, die ihre Vorstellungen ungehemmt ablaufen zu lassen pflegen. Obersteiner führt an, dass Ungebildete im Allgemeinen eine längere Reaktionsdauer zeigten, als Gebildete, und Buccola betont, dass er diese Angabe aus eigener Erfahrung bestätigen könne. Gerade dieser letztere Punkt dürfte allerdings durchaus auf Rechnung der Gewohnheit und Uebung zu schreiben sein.

Wir kommen nun endlich zum Schlusse noch zur Betrachtung der Geisteskrankheiten, die hinsichtlich der Reaktionsdauer eine ganz besondere Stellung einnehmen. Hier finden sich einmal zerstreuende Momente in Form von Sinnestäuschungen und Wahnideen, ferner mächtige Affekte verschiedener Art und endlich auch greifbare pathologische Veränderungen, von denen man eine modificirende Einwirkung auf die Länge der Reaktionszeit erwarten darf. Leider ist das

1) Da mir die Originalarbeit (Il tempo fisiologico in rapporto all' età. Archivio per l'antropologia e la psicologia comparata. Vol. IX, fasc. 3) nicht zugänglich ist, so citire ich nach Buccola, Sulla misura del tempo etc. p. 33 f.

bisher über diesen Punkt vorliegende Beobachtungsmaterial noch äußerst spärlich. Obersteiner war der erste, der 1874 einige Versuchsreihen an derartigen Kranken mitteilte; seither hat aber nur mehr Buccola eine Anzahl von Untersuchungen ausgeführt, und in dem zweiten Teile der oben citirten Arbeit unter dem Titel: Il periodo fisiologico di reazione negli alienati (Rivista sperimentale di freniatria e di medicina legale, anno VII, 1881, f. III, 17 Seiten) zusammmengestellt. Am wenigsten ist bisher über die akuten affektiven Formen geistiger Störung, also die Melancholie und die Manie bekannt geworden. Obersteiner fand bei einem Melancholiker als Mittelzahl 0,151—0,194" und Buccola gibt für solche Kranke eine 2—3fache Erhöhung der Reaktionszeit bei starkem Schwanken der Einzelwerte an. Beide Forscher beziehen diese Erscheinung auf eine Abstraktion der Aufmerksamkeit durch den melancholischen Affekt. Buccola machte dabei speziell die Beobachtung, dass die erhaltenen Werte sich der Norm näherten, wenn es gelang, die Gedanken des Patienten von seiner krankhaften Verstimmung abzuziehen. Wie schon oben angedeutet, lassen sich diese Beobachtungen im Zusammenhalte mit den sonstigen klinischen Erfahrungen vielleicht am besten unter dem gemeinsamen Gesichtspunkte einer Erschwerung der aktiven Apperception auffassen, die nach der einen Seite hin die Schwierigkeit einer akkommodativen Anspannung der Aufmerksamkeit, nach der andern Seite hin aber die Verlangsamung der Apperception von Bewegungsvorstellungen bedeuten würde. Bei einem wahnsinnigen Hallucinanten ergab sich nach Obersteiner als Mittelwert 0,199" in zwei Fällen von partieller Verrücktheit, einem frischern und einem ältern 0,222" resp. 0,348" und endlich bei einem Reconvalescenten von Wahnsinn normale Reaktionsdauer. Jene Verzögerungen sucht sich Obersteiner durch die Analogie der störenden Nebengeräusche zu erklären, indem er annimmt, dass namentlich durch Sinnestäuschungen die Aufmerksamkeit in ähnlicher Weise abgelenkt werde, wie er das z. B. durch ein leises Gespräch hatte konstatiren können. Dagegen ist jedoch vielleicht geltend zu machen, dass bei Hallucinanten die Sinnestäuschungen meist gerade dann zu pausiren pflegen, wenn ihre Aufmerksamkeit durch andere Sinneseindrücke in Anspruch genommen wird. Bei der Dementia paralytica, die gerade wegen der Mannichfaltigkeit ihres Verlaufes, wegen der raschen Entwicklung sehr hochgradiger Störungen und wegen ihrer relativ bekannten pathologisch-anatomischen Grundlagen interessante Aufschlüsse zu liefern verspricht, sind erst dreimal überhaupt Messungen der Reaktionszeit angestellt worden. In einem, den frühern Stadien der Krankheit angehörigen Falle, erhielt Obersteiner als Mittel 0,281", während ein anderer, schon weiter vorgeschrittener Patient Zahlen von 0,224—0,755" ergab, verschiedene Male aber überhaupt gar nicht reagirte. Ueber einen, wie es scheint, noch nicht sehr weit verblödeten Para-

lytiker berichtet ferner Buccola[1]). Er beobachtete bei ihm folgende Reaktionszeiten:

Gehörsreiz	Gesichtsreiz	Tastreiz	Starker elektrischer Reiz	Schwacher Reiz
0,189	0,228	0,311	0,226	0,281

Zugleich machten sich sehr beträchtliche Schwankungen zwischen den Einzelwerten bemerkbar, jedoch so, dass auch die Minima fast immer noch über den an normalen Individuen gefundenen Mittelzahlen lagen. Ganz besonders gilt dies von den Reaktionen Seitens des Hautsinns, für deren Länge jedoch zweifellos die so häufigen Veränderungen im Rückenmark, sowie die regelmäßige kutane Anästhesie von der größten Bedeutung sind[2]). Natürlich verbieten sich weitere Schlüsse aus den wenigen vorliegenden Versuchsresultaten von selbst. Am ausgedehntesten ist bisher das Material über die Zustände des sekundären Schwachsinns, des Blödsinns und der Idiotie, Alles mit großer Mühe und unter Ueberwindung vielfacher Schwierigkeiten von Buccola zusammengetragen. Ueber seine Befunde bei den verschiedenen Formen des sekundären Schwachsinns gibt die folgende Tabelle Aufschluss:

	Mittel	Minimum	Differenz zwischen Minimum u. Maximum
1. Ziemlich geordneter Pat., sonderbare fixe Ideen, vagen Verfolgungswahn	0,159	0,114	0,204
2. Ruhiger Schwachsinn nach Manie	0,211	0,135	0,261
3. Ruhiger sekundärer Schwachsinn	0,240	0,162	0,264
4. Agitirter Schwachsinn, Gehörshallucin., Verfolgungswahn	0,389	0,193	0,694
5. Aufgeregter, verwirrter Schwachsinn nach wiederholter Manie	0,506	0,339	0,756
6. Tiefer Schwachsinn nach hallucinatorischer Aufregung	0,506	0,274	1,416

Man bemerkt leicht, dass die Mittel, die Größe der Schwankungen und im Allgemeinen auch die der Minima mit dem fortschreitenden geistigen Ruine zunehmen. Sämmtliche Zahlen beziehen sich auf Gehörsreize. Ganz analog gestalteten sich die Resultate der von Buccola an 8 Blödsinnigen und Idioten vorgenommenen Untersuchungen. Die Mittel bewegten sich hier zwischen 0,282″ und 0,672″, die Mi-

1) Die auf diesen Fall bezüglichen Daten hat der Autor außer in der oben citirten Arbeit auch in einem kleinen Artikel: Sul tempo di reazione in un caso di demenza paralitica. Archivio di psichiatria, scienze penali ed antropologia criminale, Vol. II, f. II, 4 Seiten zusammengestellt.

2) Auch sonst werden bei Nerven- und namentlich Rückenmarkskranken häufiger sehr verlängerte Reaktionszeiten beobachtet. Da dieselben jedoch meist keinerlei psychologisches Interesse bieten, so dürfen wir wol hier über diesen Punkt hinweggehen.

nima zwischen 0,165″ und 0,376″, während die Differenz zwischen Maximum und Minimum von 0,277″ bis zu 1,320″ schwankte. Trotzdem ließ sich auch hier noch sehr deutlich die Abhängigkeit der Reaktionsdauer wie der Schwankungen von der Intensität des Reizes im Einzelnen nachweisen.

Wir werden wol kaum umhin können, als die Grundursache der in den vorstehenden Zahlen sich ausprägenden Erscheinungen tiefere organische Veränderungen zu betrachten, seien dieselben nun anatomische oder nur funktionelle. Sind doch jene Werte nur ein summarischer Ausdruck für den Komplex krankhafter Störungen, welche die klinische Beobachtung uns schon längst symptomatisch hat erkennen lassen. Die Langsamkeit der Auffassung, die Unfähigkeit zu energischer Anspannung der Aufmerksamkeit, die Trägheit und Einförmigkeit der associativen Vorgänge und die Schwerfälligkeit des Willensentschlusses — alle diese einzelnen psychologischen Momente sind es, deren Einfluss sich in den aufgeführten Untersuchungsergebnissen ziffermäßig registrirt. Auf eine eingehendere Analyse derselben werden wir freilich bei der großen Komplicirtheit dieser Verhältnisse für jetzt verzichten müssen; dagegen wird es eine der nächsten Aufgaben der experimentellen Psychopathologie sein, durch Auswahl passender Objekte und geeigneter Versuchsanordnungen an der Hand der klinischen Erfahrung die Wirksamkeit aller jener Faktoren isolirt zu studiren und somit einen tiefern Einblick in die verwickelten Störungen des psychopathischen Organismus zu ermöglichen.

(Schluss folgt.)

Fr. Krasan, Bericht in Betreff neuer Untersuchungen über die Entwicklung und den Ursprung der niedrigsten Organismen.

Verhandl. d. zool. bot. Ges. Wien. 1880. 62 S. mit 1 Taf.

Der Verf. setzt in der Einleitung die Gründe aus einander, welche die Unzulänglichkeit der Pasteur'schen Versuche über den Ursprung der niedrigsten Organismen dartun sollen. Er bezeichnet die Anwendung des Phosphorsalzes, da es Zuckerlösungen in Gärungen versetzt, ohne selbst organische Keime zu enthalten, derzeit als das vorteilhafteste Mittel, um über die Provenienz gewisser Bakterien und Monaden einen Aufschluss zu geben. Schon der protoplasmatische Inhalt der Pflanzensamen ordnet sich, im Wasser fein verteilt, in Berührung mit der Luft unter Umständen nach wenigen Minuten zu bakterienähnlichen Körperchen (Bakteridien); ferner konstatirt der Verf., dass der Niederschlag, den eine mit Phosphorsalz versetzte Lösung von kohlensaurem oder schwefelsaurem Kalk bildet, in einer Zuckerlösung allmählich organisirte Natur annimmt. In einem weitern Abschnitt werden gewisse Bewegungserscheinungen der einfachsten Monaden und der Entwicklungsprocess der letztern eingehend erörtert und hiebei auch gewimperte Infusorien nebenbei berücksichtigt. In einem Schlusskapitel versucht der Verf. eine theoretische Erklärung der „Brown'schen Mole-

kularbewegung" und anderer bei Monaden und Bakterien beobachteten Bewegungserscheinungen zu geben. Als Ziel und Zweck seiner Abhandlung erklärt er die Erfüllung des eingangs ausgesprochenen Wunsches den Freund der Naturforschung auf die Wege und Mittel aufmerksam zu machen, wie er auf Grund eigener Beobachtungen sich ein richtiges Urteil von dem gegenwärtigen Stande der Frage über die sogen. Ur- oder elternlose Zeugung bilden und einen Einblick in die Bildungsprocesse der niedrigsten Organismen verschaffen könnte.

Fr. Krasan (Graz).

A. Lang, Sur un mode particulier de copulation chez des vers marins dendrocèles.

Archives des Sciences phys. et nat. (Bibl. Univ.) t. VI. Nr. 9. 1881. S. 308.

A. Lang hat auf der schweizer Naturforscher-Versammlung der geologischen Section Bericht erstattet über Beobachtungen, welche er in Betreff der Fortpflanzung mariner Dendrocoelen in den Aquarien der Neapler zoologischen Station gemacht hat. Es war bereits durch Claparède bekannt geworden, dass bei der Gattung *Thysanozoon* zwei männliche Geschlechtsöffnungen und zwei Penis vorhanden sind, aber nur eine weibliche Geschlechtsöffnung. Diese Beobachtung ist durch Lang nicht nur bestätigt und auf andere Arten ausgedehnt worden, sondern derselbe hat Formen gefunden, die neben einer einzigen weiblichen Oeffnung 9 und gar 15 Penis besitzen. Dass diese zahlreichen Kopulationsorgane schwerlich bestimmt sein würden, in die eine Vagina eingeführt zu werden, lag nun nahe; die wahre Bedeutung dieser Einrichtung wurde indess erst durch die Beobachtung des Kopulationsvorgangs bei mehreren *Proceros*-Arten klargelegt. Dabei wird nämlich der Penis an einer beliebigen Stelle in den Körper eines andern Individuums eingestoßen, und durch die so entstehende — später vernarbende — Wunde fließt das Sperma in die den ganzen Körper durchziehenden Eileiter hinein. Bei einer Art erzeugt das männliche Organ keulenförmige, mit spitzen Enden versehene und aus einer strukturlosen Membran gebildete Spermatophoren, die einem andern Individuum durch den Penis an beliebigen Körperstellen angeheftet werden, worauf der Samen in gleicher Weise wie bei den andern Arten aus diesen Gebilden in die Oviducte überströmt. Die weibliche Oeffnung dient nur zum Austritt der Eier.

J. W. Spengel (Bremen).

G. Haller, Die Mundteile und systematische Stellung der Milben.

Zoolog. Anzeiger 25. Juli 1881.

Während bis jetzt alle Zoologen die Milben einstimmig als zu den Arachniden gehörige Tiere betrachteten, stellt H. auf Grund seiner ausgedehnten Untersuchungen über die Mundteile der Milben eine sehr abweichende Anschauung auf.

Außer den Mandibeln (Cheliceren) uud dem ersten Maxillenpaar, welches hauptsächlich als Träger der Maxillartaster (Pedipalpen) ausgebildet ist, findet Verf. noch ein zweites meist sehr rudimentäres Maxillenpaar. Auch die Unterlippe erweist sich als ein paariges, mit meist reducirten Tastern versehenes Organ. Es wären 3 Kieferpaare und eine paarige Unterlippe, also 4 Paar Mundgliedmaßen, während die echten Arachniden deren nur 2 besitzen.

Ferner sucht H. nachzuweisen, dass von den 4 Gangbeinpaaren der Milben

nur die 2 ersten thorakale Beine sind, während die 2 hintern eigentlich dem Abdomen gehören und stützt diese Anschauung auf die bei vielen Milben deutlich ausgeprägte Einschnürung des Leibes dicht hinter dem zweiten Beinpaar, welche Teilung zugleich in der Struktur des Darmkanals sich geltend macht.

Die Acarinen wären also nach H. als besondere Klasse von allen übrigen Arthropoden zu trennen und sollten wichtige Anknüpfungspunkte bieten für eine Verwandtschaft mit den Krustentieren. Unter den vielen von H. aufgezählten Aehnlichkeiten bleibt Referenten doch gänzlich unbegreiflich, wie man die sechsbeinige Milbenlarve mit dem ebenfalls sechsbeinigen Nauplius vergleichen mag: denn bekanntlich sind die drei Gliedmaßenpaare des Nauplius die drei vordersten des erwachsenen Krusters (die 2 Paar Antennen und die Mandibeln); die drei Paar Füße der Milbenlarve sind dagegen nach der gewöhnlichen Anschauung das 3., 4. und 5. Gliedmaßenpaar der erwachsenen Milbe und nach H. sogar das 5., 6. und 7.

C. Emery (Bologna).

Michel, Ueber Iris und Iritis. Histologischer Teil.

Archiv f. Ophthalmologie. Bd. XXVII. Abt. 2, 1881. S. 174–196. Taf. IV u. V).

An der Iris des Menschen unterscheidet der Verf. von vorn nach hinten fünf Schichten.

1. Das Endothelhäutchen oder die vordere Begrenzungsschicht. Die Zellenränder decken sich nicht dachziegelförmig.

2. Reticulirte Schicht. Sie besteht aus einem in mehrfachen Lagen übereinandergeschichteten Netz von Bindegewebszellen, wie das netzförmige Bindegewebe der Lymphfollikel. Die Zellen sind spindelförmig oder sternförmig, kernhaltig, in den Maschen liegen hier und da einzelne Lymphkörperchen oder Nester von solchen.

3. Gefäßschicht. Die Verhältnisse derselben sind bekannt; in der Gegend des Sphincter sind die zweite und dritte Schicht dünner.

4. Hintere Begrenzungsmembran oder M. dilatator iridis. Verf. scheint die muskulöse Natur dieser Schicht nicht anerkennen zu wollen, wenigstens werden die Unterschiede gegenüber dem M. sphincter scharf hervorgehoben. Die Spindelzellen des letztern sind schlanker, von wellenförmigem Verlauf, ihre Zellenkörper färben sich schwach mit Hämatoxylin (was übrigens diejenigen des M. dilatator ebenfalls tun — s. des Ref. Allg. Anatomie 1876 S. 151). Auch biegen nach dem Verf. keine Dilatatorfasern im Bündel des Sphincter um, sondern in die Spalten des letztern dringen nur bindegewebige Bestandteile ein.

5. Pigmentschicht. Sie soll nicht aus Pigmentzellen bestehen, sondern nur Kerne in regelmäßigen Abständen zeigen (Leichenerscheinung, Ref.; die Zellen sind beim frisch getöteten albinotischen Kaninchen leicht zu sehen).

In Betreff der Bemerkungen über die Iris einiger Säugetiere ist das Original zu vergleichen.

W. Krause (Göttingen).

Fano, Das Verhalten des Peptons u. Tryptons gegen Blut u. Lymphe.

Aus C. Ludwig's Laboratorium. Du Bois' Archiv 1881, S. 277.

Die Arbeit des Verf. schließt sich an die Untersuchungen von Schmidt-Mülheim und Hofmeister an, über welche Schmidt-Mülheim in dieser Zeitschrift Nr. 10 und 11 berichtet hat.

Zunächst wird von Fano bestätigt, dass das Blut seine Gerinnbarkeit verliert, wenn es nach Injektion von 0,3 g. Pepton pro Kilo Hund dem Einfluss der lebenden Gefäßwand entzogen wird. Das in den Gefäßen kreisende Blut verliert diese Eigenschaft schon nach drei Stunden. Da Blut, welches direkt aus der Ader in Peptonlösung fließt, wie normales Blut gerinnt, muss das Pepton im Blute, wenn es mit diesem im Organismus zusammen kommt, die Wirkung haben, das Fibrinferment in irgend einer Weise zu paralysiren. Hiermit stimmt überein, dass Peptonplasma mit trocknem Fibrinferment zerrieben nicht gerinnt. Es tritt aber auch im Peptonplasma Fibrinausscheidung ein, wenn dasselbe mit dem gleichen Volum Wasser oder mit Kohlensäure behandelt wird. Das ins Blut injicirte Pepton geht nicht in einen gerinnbaren Eiweißkörper über, sondern wird wahrscheinlich zum größten Teil durch den Harn ausgeschieden oder von den zelligen Elementen des Blutes gebunden [Hofmeister.].

Auch die Lymphe verliert nach Injektion von Pepton ins Blut die Fähigkeit zu gerinnen. Das Trypton (Pankreaspepton) verhindert, nach Kühne's Methode dargestellt, die Blutgerinnung nicht. Tryptonisirtes Blut widersteht sogar der Einwirkung des Magenpeptons. — Kaninchenblut gerinnt auch nach Peptoninjektion nicht.

Th. Weyl (Erlangen).

Ch. Richet, Quelques expériences sur l'action que l'électricité exerce sur les fermentations.

Richet füllte 30 g. frischer Milch in eine U Röhre und ließ vier und zwanzig Stunden hindurch sehr starke Induktionsströme (welche Eidechsen innerhalb einer Minute tödteten) hindurchgehen. Die gleiche Quantität Milch wurde in eine ähnliche Röhre gebracht und beide auf dem Dampfbad auf 35° C. erhalten, dann in beiden Fällen die Menge der gebildeten Milchsäure bestimmt. Unter der Annahme, dass die Menge der gebildeten Milchsäure genau die Tätigkeit der Fermentation anzeigt, ergab sich, dass die außerordentlich starke Elektrisirung des Milchferments weder die Entwicklung noch die chemische Tätigkeit dieses Ferments hindert.

Auch für andere Fermente hat Richet nachweisen können, dass starke elektrische Ströme die Fermentation absolut nicht zu stören vermögen: als er eine Harnstofflösung, der ein wenig Magenschleimhaut zugesetzt war, gären ließ, war nach Verlauf von vierundzwanzig Stunden in der nicht elektrisirten Röhre ebensoviel Ammoniak gebildet, wie in der elektrisirten. Man kann sogar das Experiment so anstellen, dass der Gegensatz zwischen den höhern Wesen und den mikroskopischen Fermenten klar zu Tage tritt. Setzt man 5 oder 6 Eidechsen in Wasser und elektrisirt sie stark, so sterben sie fast augenblicklich; lässt man aber den elektrischen Strom vierundzwanzig Stunden andauern, so entwickeln sich Bakterien, Vibrionen und alle andern Fäulnissorganismen. Ebenso gelingt das Experiment mit Fröschen, so dass man schließen muss, die für höhere Tiere, wie die Frösche, tötlichen elektrischen Ströme wirken auf das Leben der Mikroorganismen, insofern sie die Ursache der chemischen Erscheinungen der Gärung sind, nur ganz unmerklich ein.

Ch. Richet (Paris).

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **20. Februar 1882.** **Nr. 24.**

Mit dieser Nummer, welcher Inhaltsübersicht und Register beiliegt, schliesst der erste Band. Wir ersuchen die geehrten Abonnenten um rechtzeitige Erneuerung des Abonnements für den zweiten Band, damit in der Zusendung keine Unterbrechung eintritt.

Die Verlagsbuchhandlung.

Inhalt: **Stahl**, Ueber sogenannte Kompasspflanzen. — **Mattirolo**, Das Genus Cora. — **Klein**, Lymphsystem der Haut. — **Bieletzky**, Zur Frage über die Ursache der Apnoe. — **Biedermann**, Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. — **v. Loon v. Iterson**, Einfluss von Verletzungen auf die elektrische Reizbarkeit der Muskeln. — **Kräpelin**, Ueber die Dauer einfacher psychischer Vorgänge (Schluss). — **Cario**, Anatomische Untersuchung von Tristicha hypnoides. — **Bischoff**, Die dritte oder untere Stirnwindung und die innere obere Scheitelbogenwindung des Gorilla. — **Bochefontaine**, Verschliessung der Kranzarterien. — **Weyl**, Analytisches Hilfsbuch für die physiologisch-chemischen Uebungen der Mediciner und Pharmaceuten in Tabellenform.

E. Stahl, Ueber sogenannte Kompasspflanzen.

Separat-Abdruck aus der Jen. Zeitschrift für Naturwissenschaft, Bd. XV. N. F. VIII. 11 S. Mit einer lithogr. Tafel. Jena 1881.

Schon vor längerer Zeit ist die einer nordamerikanischen Komposite, *Silphium laciniatum*, zukommende Eigentümlichkeit, ihre Blätter in die Meridianebene zu stellen, beschrieben worden. Der Verfasser beobachtete die nämliche Erscheinung in ausgeprägter Weise an der bei uns einheimischen *Lactuca Scariola L.* Dass bei dieser die Blätter vertikal aufgerichtet sind, ist eine bekannte und in den meisten Floren angeführte Tatsache. Betrachtet man jedoch eine freistehende Pflanze genauer, so zeigt sich, dass die ungefähr nach der Divergenz $^3/_8$ am Stengel verteilten Blätter nicht etwa acht Längsreihen bilden, sondern, dass sie in mehr oder minder vollkommener Weise in zwei parallele Vertikalebenen geordnet sind, welche ziemlich genau von Süden nach Norden verlaufen, also Meridianebenen darstellen. Die einzelnen Blätter kehren hierbei ihre Spitze entweder

nach Norden oder nach Süden, und ihre Oberfläche sieht entweder gegen Osten oder gegen Westen. Die an der Nord- und Südseite des Stengels inserirten Blätter haben, um in die bezeichnete Stellung zu gelangen, eine ca. 90° betragende Drehung auszuführen, welche dicht über ihrer Basis stattfindet und ihre Spreite in die Meridianebene bringt. Ihre Mittelrippe ist gegen die Stengelaxe unter 50—70° geneigt. Die an der Ost- und Westseite entspringenden Blätter dagegen zeigen häufig gar keine Torsion; hat die Mittelrippe dennoch eine solche erlitten, so wird letztere durch eine entsprechende Krümmung der Spreite, welche diese in die Meridianebene zurückbringt, ausgeglichen. Die Blätter sind dabei steil aufgerichtet, ihre Oberfläche ist der des Stengels dicht angeschmiegt. — Diese Stellungsverhältnisse treten schon, wenn auch schwach an den ersten auf die Cotyledonen folgenden Stengelblättern hervor; am deutlichsten sind sie bei den untern Blättern der emporwachsenden jungen Pflanze, weniger ausgeprägt in der Blütenstandsregion. —

Diese eigentümliche Erscheinung stellt einen besondern Fall von Heliotropismus vor, und zwar handelt es sich hier um eine Wirkung des direkten Sonnenlichts. Um dies festzustellen, kultivirte Stahl Exemplare von *Lactuca Scariola* in diffusem Lichte und ließ dieses aus verschiedenen Richtungen zu den Versuchspflanzen treten. In allen Fällen stellten die Blätter hierbei ihre Flächen senkrecht zum Lichteinfall, verhalten sich also gegen schwaches Licht wie diejenigen anderer Dicotylen, sind, wie Darwin es nennt, diaheliotropisch. Wurden solche Lattichpflanzen nun der direkten Besonnung ausgesetzt, so nahmen die neu entfalteten Blätter die Meridianstellung ein, jedoch nur in den Morgen- und Abendstunden, nicht in der Mittagssonne. Die Blätter zeigten also auch dem direkten Sonnenlichte gegenüber das Bestreben, ihre Oberseite senkrecht zum Lichteinfall zu stellen, und sie äußern hierin ein von dem vieler anderer abweichendes Verhalten. Die fixe Lichtlage der Blätter wird nämlich, wie Wiesner gezeigt hat, im Allgemeinen nicht durch das direkte Sonnenlicht, sondern durch das zerstreute Licht bestimmt, derart, dass bei gleichzeitiger Einwirkung beiderlei Lichts, etwa bei einseitiger Beleuchtung der sonst im diffusen Lichte gehaltenen Pflanzen durch die Strahlen der Morgensonne, die Blätter sich nicht zu diesen, sondern zum Einfall des stärksten zerstreuten Lichts senkrecht orientiren.

Die eigentümliche Blattstellung freistehender Pflanzen von *Lactuca Scariola* ist also die Folge der Einwirkung des direkten Sonnenlichts in den Morgen- und Abendstunden auf die aus der Knospenlage heraustretenden Blätter. Mit der in den Mittagsstunden zunehmenden Stärke der Beleuchtung und gesteigerten Transpiration nimmt die Wachstumsintensität und mit ihr die Fähigkeit, heliotropische Bewegungen auszuführen, ab, so dass die Blätter in der angenomme-

nen Stellung verharren, in der Richtung der jetzt einfallenden Strahlen also im Profile gesehen werden, diesen ihre kleinste Oberfläche darbieten. Morgens und abends dagegen, wo die Wachstumsbedingungen günstiger sind, werden die Blätter vom Sonnenlichte senkrecht getroffen. Die Vorteile dieser bleibenden Meridianstellung liegen in dem „geringern Wasserverlust durch Transpiration" und in der „Milderung des zu intensiven Sonnenlichts", — Vorteile, welche sich andere Pflanzen, viele Papilionaceen z. B. durch entsprechende Drehung ihrer Blätter verschaffen. Mit dieser Auslegung im Einklange steht die Tatsache, dass die Meridianstellung der Blätter am deutlichsten hervortritt bei solchen Lattichpflanzen, welche an trocknen Standorten vegetiren. Hier sind auch die auf der Mittelrippe und am Rande der Blätter stehenden Borsten am stärksten entwickelt. Bei sehr üppigen Exemplaren zeigt oft nur der obere Teil der Blätter die Meridianstellung. Dass letztere durch die bei der Ausbildung der Blätter herrschenden Witterungsverhältnisse sehr beeinflusst wird, braucht kaum erwähnt zu werden. — Nach seinen bisherigen Versuchen mit *Silphium laciniatum* [1]) zweifelt der Verfasser nicht daran, dass auch hier die schon 1842 von General Alvord beschriebene Meridianstellung der Blätter als Reaktion auf das direkte Sonnenlicht aufzufassen sei. Sie tritt aber nur bei Kultivirung der Pflanze an freiem, sonnigem Standorte hervor. — Deutliche Meridianstellung wurde von Stahl außerdem noch beobachtet bei der Komposite *Aplopappus rubiginosus;* in geringem Grade zeigten auch *Lactuca saligna* und *Chondrilla juncea* die Neigung, ihre Blätter in die Meridianebene zu stellen. Die Zahl solcher „Kompasspflanzen" dürfte sich aus trocknen Vegetationsgebieten noch beträchtlich vermehren lassen, sobald diesen Verhältnissen die nötige Aufmerksamkeit geschenkt wird.

K. Wilhelm (Wien).

Oreste Mattirolo, Contribuzioni allo studio del genere Cora Fries.

Nuovo giornale botanico italiano. Vol. XIII Nr. 4. 1881. p. 245—267. 2 tav.

Wenn auch für einsichtige Beurteiler die Symbiose der die Flechten bildenden Ascomyceten und Algen längst eine feststehende Tatsache war, so war doch immer noch die Beschränkung dieser Erscheinung auf eine bestimmte Pilzabteilung eine rätselhafte, da sie mit dem Wesen derselben offenbar nicht in Verbindung gebracht werden konnte. Nur durch den Nachweis allgemeinerer Verbreitung jener merkwürdigen gegenseitigen Adaptation kann diese Schwierigkeit gehoben werden, eine Aufgabe, zu deren Lösung der Verf. in obiger Abhandlung die ersten gewichtigen Bausteine liefert. — Schon früh

1) Näheres über diese Pflanze findet sich in Curtis' Botanical Magazine, Januar 1881.

hatten die Formen, um die es sich handelt, und die in Süd- und Centralamerika und auf den Sundainseln ihre Heimat haben, Zweifel erregt über ihre systematische Stellung. Von Gmelin und Swertz auf Grund ihrer grünen Farbe den Algen zugezählt, wurden sie durch Weber und Mohr, durch Fries und Andere zu den hymenomyceten Basidiomyceten versetzt. Nylander endlich und Krempelhuber hielten sie für Flechten, ersterer wollte sogar Apothecien beobachtet haben. Des Verfassers sorgfältige im Straßburger botanischen Laboratorium ausgeführte Untersuchungen führen zu einem ganz andern Resultat, indem sie evident dartun, dass jene 4—5 Formen Konsortien von Basidiomyceten und Algen sind.

An feuchten Orten auf Felsen, Bäumen oder Moosen lebend, bildet der Thallus dieser sonderbaren Gewächse horizontal ausgebreitete oder auch dem Substrat anliegende Scheiben von häutiger Beschaffenheit. In der äußern Formgestaltung erinnern sie stark an die bekannte Meeresalge *Padina pavonia*, wie sie übrigens auch bei flüchtiger Betrachtung von manchen Thelephoren etc. nur im frischen Zustande zu unterscheiden sind. Ihre Oberfläche ist durch eine große Zahl koncentrischer, mehr oder weniger hervortretender Zonen bedeckt; die die Färbung bedingenden Algen gehören den sogenannten Phycochromaceen an. Auf der Unterseite ist das Hymenium ausgebreitet, durch kleine Wellungen und Fältelungen meistens in zahlreiche, etwas konkave Aveolen geteilt; es hört in geringer Entfernung vom Rande auf. Seine Basidien sind einsporig. — In der Art des Wachstums, sowie auch im Verhalten mancher anderer Charaktere zeigen sich viele Analogien mit den von de Bary bei *Stereum hirsutum* beschriebenen Erscheinungen.

Die anatomische Untersuchung der *Cora pavonia*, auf die als den Typus der Gattung sich hauptsächlich die angeführten Charaktere beziehen, lässt deutlich fünf verschiedene parallele Schichten unterscheiden, davon die zwei obern den vom Verfasser vegetativen genannten Teil des Thallus bilden, die drei untern den reproduktiven. Die unterste Schicht, das Hymenium, besteht aus senkrecht zur Thallusfläche gestellten, parallelen Hyphenenden, den Basidien, die ein niedriges, eine im reifen Zustande braune Spore abschnürendes, Sterigma tragen. Zwischen den Basidien verstreute, durch etwas verdickte Membran ausgezeichnete Hyphenenden scheinen die Stelle der Paraphysen einzunehmen. Die untern Enden der Basidien und Paraphysen gehen über in die subhymeniale Schicht, ein dichtes verworrenes Hyphengeflecht, das seinerseits den Uebergang bildet zum Stratum intermedium, der relativ höchsten Schicht. Sie ist aus locker verflochtenen wenig verzweigten Fäden gebildet. Die dann folgende Gonidienschicht zeigt zahlreiche Gruppen von Chroococcuszellen von sehr verschiedener Größe. Wie dies von den Ascomyceten-Flechten bekannt ist, werden die einzelnen Gruppen, hin und wieder auch ein-

zelne Zellen von den Hyphen umsponnen. Ueber der Gonidienschicht endlich wird durch Verflechtung und Verquickung der Hyphen die Oberflächenschicht gebildet, deren besondere Ausbildung die Beschaffenheit der Oberfläche bedingt. Gegen den Rand hin verschwinden die hymenialen Lagen und statt der regelmäßigen Schichtung zeigt sich ein unregelmäßiges Hyphengeflecht, dessen Mitte die Gonidien einnehmen. — Bis auf unbedeutende, hier nicht zu erwähnende Unterschiede stimmt mit der gegebenen Schilderung die *Cora glabrata* überein. Bedeutend abweichend dagegen verhält sich die *Cora ligulata*, so abweichend, dass Mattirolo sie zum Typus eines neuen Genus, *Rhipidonema* erhebt. Die Struktur des Hymeniums ist nicht genügend eruirt um hier Angaben darüber zu machen; indess macht es Verf. wahrscheinlich, dass die auf demselben aufgefundenen Sporen demselben wirklich angehören. Sehr eigentümlich ist das Bild, welches die Gonidienschicht bietet, indem statt der Chroococcusgruppen lange Scytonemafäden als Gonidien fungiren. Die Species zu bestimmen war leider an dem getrockneten Material nicht möglich, doch ist die Zugehörigkeit durch die zahlreich vorhandenen Heterocysten erwiesen. Die Umstrickung und Verbindung der Scytonemafäden durch die Pilzhyphen (die zahlreiche Schnallenzellen zeigen) geht in der gewöhnlichen Weise vor sich.

Der ganze vegetative Bau der besprochenen Formen zeigt vollkommene Uebereinstimmung mit den an Lichenen gewonnenen Untersuchungsergebnissen de Bary's, Schwendener's, Bornet's u. s. w. Für die Nylander'sche Angabe vom Vorkommen von Apothecien liegen keinerlei Beurteilungsgründe vor, die einige Wahrscheinlickeit erbrächten, so dass Verf. berechtigt ist die Basidienfructification für die einzige zu halten und demgemäß die beschriebenen Formen zu einer Gruppe: Hymenolichenes zusammenzufassen. Weitere Untersuchungen werden dieselbe hoffentlich bald vergrößern, namentlich werden sie aber auch die Entwicklungsgeschichte weiter zu verfolgen haben, als es Verf. an seinem spärlichen und hierzu ungeeigneten Material möglich war.

Die Konstatirung eines Symbioseverhältnisses zwischen Hymenomyceten und Algen ist jedenfalls eine außerordentlich wertvolle Erweiterung unserer bezüglichen biologischen Kenntnisse, deren Beschränktheit allein noch manchen Forscher auf seiner Gegnerschaft ihnen gegenüber erhielt.

Fisch (Erlangen).

E. Klein, On the Lymphatic System of the Skin and Mucous Membrans.

The Quat. Journ. Micr. Sc. New Series LXXXIII July 1881.

Ein besonderes Interesse erwecken die Lymphgefäße der Haut, weil sie in Beziehung zu der beinahe ebenso oft behaupteten, als bestrittenen Resorption derselben stehen. Die eigentliche Hornschicht der Epidermis ist für diesen Vorgang von vornherein auszuschließen. Anders verhält sich die tiefere Schleimschicht. Sobald die Hornschicht durch einen Riss verletzt ist, können schädliche Materien in den Körper aufgenommen werden. Dies lehrt die Erfahrung an der so häufigen Leichengiftinfektion. Für die unverletzte Haut sind die Drüsen und Haare die Wege, auf denen Stoffe in den Körper gelangen können. Einer sehr genauen Untersuchung sind neuerdings wieder von Klein (ob. angef. Abh.) die Hautlymphgefäße unterworfen. Die Ergebnisse bieten uns manche auf anatomischer Grundlage basirte Anhaltspunkte für die Resorptionsfrage.

Durch Teichmann, Neumann, Hoggans u. A. ist konstatirt, dass ein geschlossenes Lymphgefäßsystem sich der Fläche nach in zwei Lagen im Corium ausbreitet, einer oberflächlichen und einer tiefen. Diese stehen durch vertikale Aeste unter einander in Verbindung. Die oberflächliche Schicht nimmt die Lymphstämmchen aus den Papillen auf. Die tiefere durchzieht zunächst, den größern Bindegewebszügen folgend, das Unterhautfettgewebe um dann in die Lymphstämme überzugehen, die die Lymphe ins Blut überführen. Nach Klein ergießen zahlreiche Lymphspalten, die kapselartig die Fettzellen mehr oder weniger vollständig umhüllen, ihren Inhalt in dieselben.

Die meisten Lymphgefäße der Haut zeigen nun keinen glatten Kontur, sondern einen zackigen. Dieser Umstand deutet darauf hin, dass sie, wie aus den Untersuchungen von Schenk, Key, Retzius und Klein hervorgeht, mit benachbartem Gewebe in Verbindung stehen und zwar durch feine Spalten. Es sind das die bekannten Bindegewebsspalten, deren Lymphe einen offnen Zufluss zu den Lymphgefäßen hat. Eine sehr interessante Beobachtung von Klein bestätigt die durch Injektion von gefärbten Flüssigkeiten gewonnenen Resultate. Er fand nämlich Partikelchen von Vernix caseosa bei einem neugebornen Kinde in den Lymphgefäßen, in den Bindegewebsspalten und in den gleich zu beschreibenden Lymphräumen von Drüsen und Haaren. Der Gedanke an ein Kunstprodukt, wie er bei den Injektionen zulässig ist, wird hiedurch ausgeschlossen.

Die Bindegewebsspalten können wie ein zusammenhängendes Drainage-System für die Hautlymphe betrachtet werden, welches sich auch um die der Cutis eingelagerten Haare und Drüsen herumlegt. Die Drüsen werden scheidenartig von Lymphcylindern umgeben (Key,

Retzius, Klein), an die Haare reichen sie bis in den Raum zwischen innerer Wurzelscheide und Haar selbst (Klein). Auch die zwischen den Zellen der Schleimschicht befindliche Kittsubstanz steht im Zusammenhange mit den Lymphgefäßen, wie Injektionen von Key, Retzius und Klein dartun und schon früher von Arnold u. A. an verschiedenen Epithellagern beobachtet wurde. Ueber die Lymphgefäße der Schleimhäute wird bei andrer Gelegenheit berichtet.

Budge (Greifswald).

N. F. Bieletzky, Zur Frage über die Ursache der Apnoe.

Arbeiten der Gesellschaft der Naturforscher bei der Universität in Charkow. 1881. Band XIV Seite 215. russisch.

Wenn man bei einem Säugetiere künstliche Atmung einleitet, so hört dasselbe nach einiger Zeit auf willkürlich zu atmen, es verfällt in den Zustand der sogenannten Apnoe. Stellt man die Einblasungen der Luft ein, so dauert trotzdem dieser Zustand der vollkommenen Ruhe der Respirationsmuskeln $^1/_2$—1 Minute. Nach Verlauf dieser Zeit fängt das Tier wieder an zu atmen. In der Apnoe wird das venöse Blut reicher an Sauerstoff und scharlachrot, ebenso wird der Sauerstoffgehalt des arteriellen Blutes größer (Ewald). Hieraus folgt, dass die Atemmuskeln, deren hauptsächliche Funktion ist, venöses Blut ins arterielles zu verwandeln, zur Kontraktion nicht mehr angeregt werden, sobald dieses Ziel erreicht worden ist. Dieses spricht augenscheinlich zu Gunsten der Ansicht, die bereits vor 20 Jahren von J. Rosenthal ausgesprochen wurde, dass das mit Sauerstoff ungesättigte Blut, welches das verlängerte Mark umspült, als normaler Reiz des Respirationscentrums anzusehen sei. In solchem Falle ist Apnoe ein Zustand des Nichtatmens, bedingt durch Ruhe des Atemcentrums und der von ihm abhängigen Atemmuskeln.

Gegen diese Ansicht trat Hoppe-Seyler auf. Er machte darauf aufmerksam, dass, wenn Ewald auch im arteriellen Blute apnoischer im Vergleich zu dem normaler Tiere eine Vermehrung von Sauerstoff gefunden hatte, dieses Plus nur einige Zehntel Procent beträgt und deshalb in die Fehlergrenzen fällt. Sodann hatte Herter nachgewiesen, dass das arterielle Blut auch bei normaler Funktion der Atemmuskeln (Eupnoe) bereits mit Sauerstoff gesättigt sei und endlich Ewald beobachtet, dass sogar bei Apnoe das venöse Blut mitunter sauerstoffärmer werde. Dies veranlasste Hoppe-Seyler nach einer andern Ursache der Apnoe zu suchen. In Betracht dessen, dass bei Säugetieren Apnoe durch periodische Aufblasung oder Ausdehnung der Lungen hervorgerufen wird, was reflektorisch eine vermehrte Tätigkeit der Atemmuskeln verursachen muss (Hering, Breuer), hält Hoppe-Seyler die Ermüdung der Atemmuskeln für die eigentliche Ursache der Apnoe.

Die Ermüdung der Atemmuskeln setzt voraus, dass vorher dieselben während einer gewissen Zeit häufiger und intensiver gearbeitet haben, als dessen Ursache der periodisch wechselnde Luftdruck auf die Lungen anzusehen ist. Wenn es folglich gelingt, ohne vorherige Beschleunigung und Vertiefung der Atembewegungen, zumal bei gleichmäßigem Luftdrucke auf die Lungen, Apnoe schnell hervorzurufen, so wird die Hoppe-Seyler'sche Hypothese ihre einzige Stütze verlieren. Freilich beim Säugetier ist es wegen der anatomischen Eigentümlichkeiten seines Respirationsapparats unmöglich, unter besagten Bedingungen Apnoe hervorzurufen, dagegen gelang es dem Verfasser unter den Vögeln passende Versuchstiere zu finden.

Bei seinen Versuchen an Hühnern und Enten überzeugte Bieletzky sich oft, dass man bei diesen Tieren durch periodische Einblasungen von Luft in die Respirationshöhle Apnoe leicht hervorrufen kann. Nun richtete er seine Aufmerksamkeit darauf, dass ja die Vogellunge bei den Respirationsbewegungen ihren Umfang nicht verändern könne, dass außerdem die Lunge in die Luftsäcke mündet, und die letztern mit den Höhlen der pneumatischen Knochen in Verbindung stehen; folglich können wir durch die Lunge einen konstanten Luftstrom unter konstantem Drucke durchleiten, wenn wir einige derartige Knochen durchfeilen. Derartige Versuche hat der Verfasser am *Astur palumbarcus* angestellt, wobei er absichtlich einen Raubvogel wählte, da er auf eine stark entwickelte Pneumatisation der Knochen, der Beine und der Flügel rechnen konnte. Es zeigte sich, dass Durchleitung von Luft unter konstantem Drucke durch die Lunge recht schnell Apnoe hervorruft, ohne vorherige Beschleunigung oder Verstärkung der Atembewegungen. Da es bei der Wichtigkeit der angeregten Frage manchem Leser erwünscht sein wird, selber derartige Versuche an Vögeln anzustellen, so erlaube ich mir die vom Verfasser angewandte Versuchsmethode speciell zu beschreiben.

Um einen konstanten Luftstrom hervorzubringen, nahm der Verfasser einen Blasebalg mit Regulator, eine Glasbläsertruhe. Von dem Blasebalge ging eine Kautschukröhre zu der Eingangsöffnung einer sorgfältig kalibrirten Gasuhr vom Voit'schen Respirationsapparat. In der Ausgangsöffnung der Gasuhr befand sich eine Glasröhre mit Manometer; von dieser Röhre ging ein Kautschukschlauch direkt zu einer geraden Kanüle, die in die Trachea des Habichts eingebunden war. In der Mitte des letzten Kautschukschlauchs befand sich eine Seitenröhre, die nach Belieben vermittels einer Klemme geschlossen oder geöffnet werden konnte. Eine zweite Klemme, die oberhalb dieser Seitenleitung angelegt war, diente dazu den Kautschukschlauch zwischen der genannten Seitenleitung und der Gasuhr abzuschließen. Vermittels dieser beiden Klemmen konnte man das Versuchstier zwingen, entweder ausschließlich die durch die Seitenleitung eindringende Luft einzuatmen, oder nach Verschließung dieser Seiten-

leitung, die durch die Gasuhr hindurchgegangene feuchte Luft in seine Lunge hineinleiten. Während des Versuchs betrug die Temperatur des Zimmers 24,6° C.

Die Atembewegungen wurden vermittels eines Marey'schen Polygraphen an einem Kymographion verzeichnet. Zu dem Zwecke wurde die Brust des Vogels mit einem Kautschukbande lose umringt, unter diesem Bande befand sich ein aufgeblasener Kautschukbeutel, dieser wurde vermittels einer Kautschukröhre (nebst verschließbarer Seitenleitung zum Aufblasen) mit einem zweiten ebenfalls aufgeblasenen Kautschukbeutel verbunden, der letztere befand sich in einer bis auf eine Glasröhre, die vermittels eines Kautschukschlauchs mit dem Polygraphen vereinigt war, hermetisch verschlossenen Flasche. Das Tier wurde mit dem Bauche nach oben auf einem Brette befestigt, und die Humerus- und Femurknochen, nach Auseinanderschiebung der Muskeln, durchsägt. Nun wurde zunächst die Anzahl und Form der Atembewegungen bei Atmung durch die Seitenleitung bestimmt; das Tier machte 46 regelmäßige Atembewegungen in der Minute, deren jede 1,3 Secunden dauerte. Nach jeder Exspiration kam eine Pause, hierauf Inspiration, der sofort die Exspiration nachfolgte. Die erste Durchleitung von Luft dauerte ungefähr 2 Minuten. Die Menge der während dieser Zeit durchgeleiteten Luft betrug 2588 ccm., wobei die am Manometer sichtbaren Schwankungen des Luftdrucks kaum 6 mm. Hg betrugen. Noch vor dem Ende der Durchleitung hörten die Atembewegungen auf, vorher war weder Verstärkung noch Beschleunigung derselben sichtbar, im Gegenteil wurden sie allmählich schwächer und langsamer bis zum vollkommnen Aufhören. Die Apnoe dauerte über $^1/_2$ Minute und endete mit einer schwachen kaum sichtbaren Inspiration, der eine ebenso schwache Exspiration nachfolgte. Nach 2″ folgte eine zweite etwas tiefere Einatmung, nach 1,5″ eine dritte noch tiefere, und nach 1,2″ eine normale Inspiration. Das Tier atmete nun während 5 Minuten 52 mal in der Minute. Nun wurde zum zweiten Mal in weniger als 2 Minuten 2563 ccm. Luft durch die Trachea durchgeleitet. Die Schwankungen des Luftdrucks betrugen ebenfalls ungefähr 6 mm. Hg; man sah ebenfalls weder vorgängige Beschleunigung noch Vertiefung der Atembewegungen, die Apnoe trat ungefähr nach $1^1/_2$′ ein und dauerte über eine $^1/_2$ Minute.

Nach 6 Minuten Pause wurden während $^3/_4$ Minuten 1073 cm. Luft bei völlig konstantem Drucke durchgeleitet. Es war keine vorgängige Beschleunigung oder Verstärkung der Atembewegungen zu beobachten, sie wurden allmählich schwächer und langsamer bis zum vollkommnen Aufhören. Die Apnoe dauerte nur 8—9 Secunden.

Nach 8 Minuten Pause, (wobei der Habicht 75 mal in der Minute atmete) wurden während weniger als einer Minute 1103 cm. Luft unter nahezu konstantem Drucke durchgeleitet. Die Apnoe trat nach 1′ ein, und dauerte 10 Minuten.

Der Verfasser kommt zu folgenden Resultaten:

1) Wenn Apnoe bereits nach $^3/_4$ Minuten vom Beginn der Durchleitung von Luft durch die Lungen eintreten kann, so können wir sagen, dass dieselbe sehr schnell hervorgerufen wird.

2) Mit bloßem Auge konnte man weder vorgängige Beschleunigung noch Verstärkung der Atembewegungen bemerken; ganz strikte wird dies durch die graphischen Zeichnungen bewiesen.

3) Alles dies trat bei nahezu oder bei vollkommen konstantem Drucke der durchgeleiteten Luft ein. Augenscheinlich kann man die unter solchen Bedingungen eintretende Apnoe nicht als das Resultat der Ermüdung der Atemmuskeln ansehen, wie Hoppe-Seyler vermutet.

Schließlich bemerkt der Verfasser, dass er sogar Fakta beobachtet habe, welche zu Gunsten der Ansicht Rosenthal's „Apnoe ist Ruhe des Atemcentrums" direkt sprechen. In der Tat werden die Atembewegungen beim Beginn der Durchleitung der Luft durch die Lungen sofort schwächer und langsamer, bis zum Verschwinden, während die Apnoe selbst desto länger dauert, je mehr Luft durch die Atmungshöhle durchgeleitet worden ist.

F. Nawrocki (Warschau).

W. Biedermann, Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie VII. (Ueber die durch chemische Veränderungen der Nervensubstanz bewirkten Veränderungen der polaren Erregung durch den elektrischen Strom.)

Sitzungsberichte der Wiener Akadem. LXXXIII Bd. 1881.

Eine erste Abteilung behandelt den Einfluss partieller Abtötung markhaltiger Nerven auf den Erfolg der elektrischen Reizung, im zweiten Abschnitt werden die Bedingungen des Auftretens der Oeffnungserregung erörtert. Wenn man an dem einen oder andern Ende eines parallel-faserigen curarisirten Muskels einen mechanischen, thermischen oder chemischen Querschnitt anlegt, so wirkt, wie ich gefunden habe, ein in der Längsrichtung hindurchgeschickter elektrischer Strom nur dann in normaler Weise bei der Schließung erregend, wenn die Kathode sich am unverletzten Ende befindet. Hiermit steht in Uebereinstimmung, dass, wenn man einen motorischen Warmblüternerven durchschneidet und das Schnittende elektrisch reizt, indem man die Elektroden derart anlegt, dass die eine unmittelbar am Querschnitt, die andere etwa 1 cm. davon entfernt liegt, absteigende Ströme stets nur Schließungszuckung, aufsteigende nur Oeffnungszuckung auslösen. Bei Kaltblüternerven lässt sich das eben erwähnte Verhalten nur dann konstatiren, wenn man künstlich einen genügend

großen Teil der intrapolaren Strecke abtötet, ohne die Strukturverhältnisse des betreffenden Abschnitts tiefgreifend zu schädigen. Am besten wird dies durch Gefrierenlassen oder durch Behandlung mit verschiedenen chemischen Substanzen erreicht. Besonders geeignet hierzu ist, wie schon Harless fand, das Ammoniak, welches die Erregbarkeit des Nerven am Orte der Einwirkung sehr rasch vernichtet. Ist ein genügend großer Teil der intrapolaren Strecke unerregbar gemacht, so wirkt immer nur die dem Muskel zugewendete Elektrode erregend, sei es, dass man mit inducirten oder Kettenströmen reizt.

Es wird hierdurch abermals die Richtigkeit der zuerst von Pflüger ausgesprochenen Ansicht bestätigt, dass die Erregung des Nerven bei Schließung des Stromes ausschließlich an der Kathode, bei Oeffnung dagegen an der Anode erfolgt, wobei als (physiologische) Kathode die Gesamtheit der Aus-, als Anode die Gesamtheit der Eintrittsstellen des Stroms in den Axencylinder gilt.

Die Ursache, wesshalb bei markhaltigen Nerven ein beträchtlicher Teil der intrapolaren Strecke abgetötet oder wenigstens minder erregbar sein muss, um den besprochenen Erfolg zu erzielen, während es bei regelmäßig gebauten längsdurchströmten Muskeln genügt, die Faserenden auf der einen Seite zu zerstören, liegt in der elektrotonischen Ausbreitung des Reizstroms und der dadurch bedingten räumlichen Verteilung der Aus- und Eintrittsstellen desselben zu beiden Seiten der Elektroden.

Den bisherigen Anschauungen zufolge sollte die Oeffnungserregung motorischer Nerven in erster Reihe von der Intensität, Richtung und Schließungsdauer des Stroms abhängen.

Man weiß, dass schwächere Ströme an jeder Stelle eines mit dem Rückenmark noch zusammenhängenden, wie auch in der Kontinuität eines durchschnittenen, sonst aber unversehrten Nerven stets nur bei der Schließung erregend wirken. Oeffnungserregung erfolgt im letztern Falle nur dann, wenn sich die Anode in nächster Nähe des Querschnitts befindet. Der Reizerfolg besteht dann aus einer rasch verlaufenden Zuckung (Querschnitts-Oeffnungszuckung), deren Größe und Form durch eine verlängerte Schließungsdauer nicht beeinflusst wird. Ihr Auftreten scheint auf den ersten Blick durch die von Heidenhain zuerst beobachtete Erregbarkeitssteigerung in der Nähe jedes Nervenquerschnitts bedingt zu sein. Indess erscheint diese Deutung mit Rücksicht auf den Umstand unzulässig, dass sich der Einfluss des Querschnitts auf das Hervortreten der ÖZ auch noch an Präparaten constatiren lässt, deren Erregbarkeit weit unter den normalen Wert gesunken ist. Uebrigens ist der Charakter der Oeffnungsreizerfolge, welche man durch schwache Ströme bei künstlich gesteigerter Erregbarkeit des Nerven (nach Behandlung mit NaCl oder alkoholischer Kochsalzlösung, bei beginnender Vertrocknung u. s. w.)

auszulösen vermag, ein wesentlich verschiedener, indem die ÖZ, beziehungsweise der Oeffnungstetanus dann regelmäßig verspätet eintritt (bisweilen erst mehrere Sekunden nach dem Momente der Oeffnung) und außerdem die Größe und Form der Zuckungskurve in hohem Grade von der Schließungsdauer des Stroms abhängt. Die Stromesrichtung ist in solchen Fällen ohne wesentlichen Einfluss.

Bei länger dauernder Behandlung des Nerven mit alkoholischer Kochsalzlösung beginnt die anfangs gesteigerte Erregbarkeit wieder abzusinken und in einem gewissen Stadium erfolgt bei jeder Oeffnung eine Doppelzuckung. Die erste („primäre ÖZ"), unmittelbar im Momente der Oeffnung beginnend, wird durch die Schließungsdauer des Stroms nicht beeinflusst und stimmt in jeder Beziehung mit Querschnittsöffnungszuckungen überein, während die anfangs allein vorhandene zweite („sekundäre") ÖZ sehr verspätet eintritt und von der Schließungsdauer des Stroms in hohem Grade abhängig ist. Die primäre ÖZ, welche von der sekundären entweder völlig getrennt oder mit ihr teilweise oder ganz verschmolzen sein kann, erreicht ihren größten Wert erst dann, wenn die Erregbarkeit und mit dieser die Größe der sekundären ÖZ beträchtlich abgenommen hat. Wenig später fehlt die letztere vollständig und tritt auch bei beliebig langer Schließungsdauer des Stroms nicht mehr hervor, während die primäre ÖZ fast bis zum völligen Erlöschen der (Schließungs-) Erregbarkeit bestehen bleibt.

Die Disposition für Auslösung primärer (niemals sekundärer) Oeffnungszuckungen wird ganz besonders gesteigert durch lokale oder allgemeine Behandlung eines Nerven mit verdünnten Lösungen von Kalisalzen (KNO_3, KCl, KH_2, PO_4, u. s. w.), welche die (Schließungs-) Erregbarkeit bedeutend herabsetzen. Auslaugen mit 0,6% Kochsalzlösung genügt, um jederzeit den normalen Zustand wieder herbeizuführen, wo schwache Ströme nur bei Schließung erregend wirken.

Auch der elektrische Strom selbst verändert an der Anode den Nerven in ähnlicher Weise, indem unmittelbar nach Ablauf einer durch einen stärkern Strom ausgelösten ÖZ auch das Verschwinden vorher nur bei Schließung wirksamer schwacher Ströme Zuckungen vom Charakter primärer Oeffnungszuckungen auslöst. Nach wenigen Minuten der Ruhe verschwindet dieser Reizerfolg wieder vollständig. Dass es sich hier wirklich um primäre Oeffnungszuckungen handelt, geht auch daraus hervor, dass es leicht gelingt, dieselben gleichzeitig neben unzweifelhaften sekundären Oeffnungszuckungen, beziehungsweise (Ritter'schen) Oeffnungstetanus hervorzurufen.

Die Verschiedenheiten, welche sowol betreffs der Bedingungen des Eintretens, wie auch hinsichtlich der Eigenschaften zwischen primären und sekundären ÖZ bestehen, nötigen zu der Annahme, dass es sich hier um zwei streng von einander zu sondernde Wirkungen

des elektrischen Stroms handelt. Es lässt sich zeigen, dass die sekundäre ÖZ wie der ihr gleichwertige Ritter'sche Oeffnungstetanus ausschließlich durch latente Reize bedingt sind, welche an und für sich zu schwach, um Erregung des Muskels auszulösen, erst wirksam werden, wenn die Erregbarkeit des Nerven infolge des schwindenden Anelectrotonus gesteigert ist. Hinsichtlich der primären ÖZ lässt sich vorläufig nur sagen, dass unabhängig von Erregbarkeitsänderungen eine bestimmte chemische Veränderung der Nervensubstanz die wesentlichste Bedingung ihres Auftretens ist, während Intensität, Dauer und Richtung des Stroms erst in zweiter Reihe in Betracht kommen. Es bedarf weiterer Untersuchungen, um über ihre eigentliche Ursache Licht zu verbreiten.

W. Biedermann (Prag).

J. W. van Loon van Iterson, Over den invloed van plaatselijke beleediging op de electrische prikkelbaarheid van hart en gewone spieren.

Onderzoekingen phys. Lab. Utr. Deerde R. VI. 1880.

Th. W. Engelmann, Ueber den Einfluss örtlicher Verletzungen auf die elektrische Reizbarkeit der Muskeln.

Pflüger's Arch. f. d. gesammte Physiologie XXVI. 1881.

Ohne von der den gleichen Gegenstand betreffenden Mitteilung des Referenten (Wiener akadem. Sitzungsber. LXXX. III. Abt., Decemberheft. 1879) Kenntniss zu haben, entdeckte van Loon den merkwürdigen Einfluss, welchen jede mechanische, thermische oder chemische Schädigung eines Muskels auf dessen elektrische Erregbarkeit besitzt. Engelmann berichtet in Pflüger's Archiv über die Resultate dieser Arbeit, ohne etwas Neues hinzuzufügen.

Den Ausgangspunkt der Untersuchungen van Loon's bildeten Reizversuche an dem vom Sinus und Vorhof getrennten Ventrikel des Froschherzens. Zur Reizung dienten sowol inducirte wie auch Kettenströme, welche dem in eine indifferente Flüssigkeit (0,5% Kochsalzlösung mit einem Zusatz von Gummi arab.) getauchten Präparat durch metallische oder unpolarisirbare Elektroden zugeleitet wurden. Es zeigte sich, dass, wenn die Längsaxe des Ventrikels parallel der Stromesrichtung lag, die Schnittfläche daher senkrecht zu dieser stand, einzelne ↑ (d. i. von der Herzspitze nach der Schnittfläche hin) gerichtete Schließungs- oder Oeffnungsschläge unmittelbar und kurze Zeit nach Anlegung des Schnitts unwirksam waren oder doch schwächer erregend wirkten als ↓ gerichtete bei gleichem Rollenabstand. Nach wenigen Minuten wird jedoch die Erregbarkeit für ↑ Ströme wieder merkbar und nimmt nun rasch zu, um bei Anfrischung der Wundfläche wieder auf Null zu sinken u. s. w. Wird nebst der Basis

auch die Herzspitze abgeschnitten oder mit chemischen Substanzen angeätzt, so sind unmittelbar nachher sowol ↑ wie auch ↓ gerichtete Ströme unwirksam. Die gleiche Abhängigkeit des Reizerfolges von der Richtung des Stroms tritt auch hervor nach Verletzung der einen oder andern Seitenfläche des Präparats, sofern dasselbe so gelagert wird, dass die Wundfläche lotrecht zur Richtung des Stroms steht.

Bei Reizung mit rasch auf einander folgenden abwechselnd gerichteten Induktionsströmen ist unter den erwähnten Versuchsbedingungen der Reizerfolg anfangs nur abhängig von der Richtung der Oeffnungsschläge, da die Schließungsschläge als schwächere Reize erst bei geringerm Rollenabstand erregend wirken.

Wie inducirte Ströme, welche wegen ihrer kurzen Dauer nur als Schließungsreize wirken und daher nur an der Kathode d. i. an der Stelle Erregung auslösen, wo sie aus der kontraktilen Substanz austreten, erregen auch Kettenströme bei Schließung den verletzten Kammermuskel nur dann in normaler Weise, wenn ihr Austritt nicht durch die Wundfläche erfolgt; andernfalls bleibt der Reizerfolg entweder ganz aus oder ist doch wenigstens (in der ersten Zeit nach Anlegung des Schnitts) erheblich vermindert.

Van Loon erblickt in dem geschilderten Verhalten des verletzten Herzmuskels eine Bestätigung der von Engelmann vertretenen Anschauung, dass die Erregung sich im Kammermuskel ohne Vermittlung von Nerven ausschließlich von Muskelzelle zu Muskelzelle fortpflanzt. Denn wäre dies nicht der Fall, so könnte der Reizerfolg nicht wol von dem Vorhandensein oder Fehlen einer Wundfläche, beziehungsweise von der Stromesrichtung abhängig sein.

Mit Berücksichtigung des Umstands, dass jede elektrische Erregung als eine rein polare Wirkung des Stroms aufzufassen ist, wofür das Verhalten verletzter Muskeln einen neuen und schlagenden Beweis liefert, scheinen sich die bisher mitgeteilten Tatsachen dadurch zu erklären, dass in dem Falle, wenn der Strom durch die Wundfläche austritt, der Ort der Reizung (die „physiologische Kathode“) an der Grenze zwischen umgebendem Medium und absterbender (minder erregbarer) Muskelsubstanz zu liegen kommt. Die rasche Zunahme der Reizerfolge bei der gleichen Stromesrichtung erklärt sich aus der Zusammensetzung des Herzmuskels aus einzelnen Zellen, welche nach Engelmann zwar physiologisch leitend mit einander verbunden sind, jedoch isolirt absterben. Einige Zeit nach Anlegung eines Schnitts verschiebt sich daher die physiologische Kathode und die Erregung wird nunmehr an der Grenze zwischen abgestorbenen, die Rolle eines indifferenten Leiters spielenden und lebenden normal erregbaren Muskelzellen ausgelöst.

In vieler Beziehung besser als das Herz eignen sich zur Untersuchung des Einflusses der Verletzung eines Muskels auf die polare Erregung durch den elektrischen Strom regelmäßig gebaute, durch

Curare entnervte Skelettmuskel. Die Resultate, welche van Loon bei seinen diesbezüglichen Versuchen am M. sartorius des Frosches erhielt, stimmen, soweit sie sich auf den Einfluss örtlicher Verletzung für Schließungsreize beziehen, durchaus mit denen des Ref. überein. Auch hier zeigen sich nach Anlegung eines mechanischen, thermischen oder chemischen Querschnitts einzelne Induktionsschläge, wie auch Schließung selbst sehr starker Kettenströme unwirksam, wenn der Austritt des Stroms durch die Wundfläche erfolgt. Während jedoch beim verletzten Herzmuskel die Anspruchsfähigkeit für derart gerichtete Ströme wieder zurückkehrt, ist dies hier nicht der Fall, da der einmal eingeleitete Absterbeprocess im ausgeschnittenen monomeren Muskel unaufhaltsam durch die ganze Faserlänge fortschreitet und daher die physiologische Kathode immer an die Grenze von absterbender und toter Muskelsubstanz zu liegen kommt. Wird der Sartorius jedoch subcutan quer durchschnitten und bleiben so die Fasern unter dem Einfluss der Circulation und Innervation, so kommt, wie Engelmann fand (Pflüger's Arch. XV. 1877) der Absterbeprocess zum Stillstand und dem entsprechend stellt sich auch die Anspruchsfähigkeit für Ströme, welche durch die Demarkationsfläche austreten, allmählich wieder her, um bei abermaliger Durchschneidung wieder Null zu werden.

Ref. hatte angegeben, dass durch örtliche Verletzung des Muskels nicht nur dessen Anspruchsfähigkeit für Schließung atterminaler, d. i. durch die Wundfläche austretender, sondern auch für Oeffnung abterminaler, durch die Wundfläche eintretender Ströme herabgesetzt wird. In letzterer Beziehung kam van Loon zu einem entgegengesetzten Resultat und muss es weitern Untersuchungen vorbehalten bleiben, diesen Widerspruch zu lösen.

W. Biedermann (Prag).

Ueber die Dauer einfacher psychischer Vorgänge.

Von Dr. **E. Kraepelin** (München).

II. Die erweiterte Reaktionszeit.

Das hauptsächlichste allgemeine Hinderniss, welches sich der exakten Ausmessung bestimmter psychophysischer Zeiträume in den Weg stellt, liegt, wie schon früher angedeutet, in der Schwierigkeit, den Beginn und das Ende der zu untersuchenden Vorgänge genau abzugrenzen. Die besondere Eigentümlichkeit dieser letztern, nur der innern Erfahrung zugänglich zu sein, schließt ja zugleich die Möglichkeit aus, dieselben mit objektiven Hilfsmitteln isolirt zu studiren, macht uns unabänderlich von der bewussten Beihilfe des Beobachteten abhängig und nötigt uns, mit den in ihm liegenden Fehlerquellen

zu rechnen. Es erscheint daher als unumgängliche Vorbedingung für die Zeitbestimmung psychischer Vorgänge, alle die Einflüsse kennen zu lernen und zu eliminiren, welche durch die Unmöglichkeit einer direkten Messung in die benutzte Methode hineingetragen werden. Die ganze Summe dieser Fehlerquellen findet sich nun aber bereits in dem einfachen Reaktionsvorgange vereinigt, und man wird daher wenigstens indirekt Messungen auch komplicirterer psychophysischer Zeiten mit hinreichender Genauigkeit anstellen können, sobald es gelingt, die Dauer jenes Vorgangs unter bestimmten Bedingungen auf einem konstanten und wo möglich bekannten Wert zu erhalten. Donders war der erste, der 1865, auf diese Ueberlegung sich stützend, das mittlere Stadium des einfachen Reaktionsvorgangs durch Einfügung einiger elementarer psychischer Operationen erweiterte und die Dauer dieser letztern durch die Verlängerung bestimmte, welche die Reaktionszeit durch die Komplikation des Experiments erfuhr.

Zunächst setzte er an die Stelle der einfachen Appercception die deutliche Erkennung des einwirkenden Reizes. Während bis dahin reagirt worden war, sobald nur der Sinneseindruck überhaupt in den Blickpunkt des Bewusstseins trat, so sollte nunmehr erst dann die Auslösung der Willensbewegung erfolgen, wenn derselbe in seiner Qualität erkannt, d. h. mit dem bereit gehaltenen Erinnerungsbild verglichen und identificirt worden war. Die im zweiten Fall sich herausstellende Verlängerung der Reaktionszeit war demnach die Unterscheidungszeit. Bei den nach diesem Plan durchgeführten Experimenten traf Donders die Versuchsanordnung derart, dass der Beobachter, auf den man abwechselnd verschiedene Reize einwirken ließ, nur auf einen bestimmten unter ihnen reagiren durfte. Unter solchen Umständen musste sich mithin notwendig zwischen die bloße Wahrnehmung und die Auslösung des Willensimpulses die Erkennung desselben seiner Qualität nach schieben. In der Tat erhielt Donders, der mit Vokalklängen als Prüfungsreizen operirte, von denen einer der Verabredung gemäß durch möglichst rasche Wiederholung beantwortet wurde, bei dieser Versuchsanordnung eine Verlängerung der Reaktionsdauer um 0,039″ im Mittel, welche demnach die Unterscheidungszeit für den betreffenden Vokalklang repräsentiren würde. Nach der gleichen von Donders mit dem Buchstaben C bezeichneten Methode führten 1877 Kries und Auerbach eine größere Anzahl sehr eingehender Versuche durch, welche die Größe der Unterscheidungszeit für eine ganze Reihe verschiedenartiger Wahrnehmungen feststellen sollten. Unterdess hatte Wundt schon in der ersten Auflage seiner physiologischen Psychologie darauf aufmerksam gemacht, dass der Vorgang, welcher der C-Methode von Donders zu Grunde liegt, in Wirklichkeit außer der einfachen Unterscheidung noch einen Wahlakt enthalte, insofern sich der Beobachter je nach dem Ergebnisse der ausgeführten Vergleichung noch entschließen müsse, ob zu reagiren sei oder nicht. Die

Auslösung der Reaktionsbewegung resp. die Hemmung des bestehenden Willensimpulses erfordere immerhin noch eine gewisse messbare Zeit, die demnach von der eigentlichen Unterscheidungszeit zu trennen sei. Dieser Einwand wurde jedoch von Kries und Auerbach nicht anerkannt. Dieselben nahmen vielmehr an, dass bei der ausschließlich auf den verabredeten Reiz concentrirten Aufmerksamkeit das Zustandekommen der Bewegung sich mit derselben Schnelligkeit vollziehe, wie beim einfachen Reaktionsvorgang; es handle sich nach der Erkennung des Eindrucks gar nicht mehr um einen Wahlakt, sondern mit derselben sei auch unmittelbar die Auslösung des schon vorher ad maximum angewachsenen Willensimpulses gegeben. Die genannten Autoren weisen übrigens dabei selbst auf die Schwierigkeit hin, bei der Adaptation der Aufmerksamkeit an den einen Reiz, auf den allein reagirt werden soll, die Vorstellung aller andern möglichen Eindrücke gänzlich auszuschließen. Je weniger es gelingt, diese Schwierigkeit zu überwinden, desto mehr muss sich natürlich der ganze Vorgang von demjenigen der einfachen Reaktion unterscheiden, desto weniger eindeutig wird der Willensimpuls vor dem Eintreffen des Reizes bestimmt sein und desto länger wird sich, wie man wol erwarten darf, die Dauer des Wahlakts zwischen Bewegung und Ruhe gestalten. Eine genauere Bestätigung für die Richtigkeit seiner Auffassung hat Wundt durch die experimentelle Isolirung der wahren Unterscheidungszeit von der Dauer jenes Wahlakts erbracht. Er richtete nämlich seine Versuche so ein, dass bei unregelmäßigem Wechsel der Prüfungsreize (verschiedenfarbige Scheiben) der Beobachter zwar in jedem Falle, aber erst dann zu reagiren hatte, wenn die Qualität derselben von ihm deutlich wahrgenommen worden war. Die auf solche Weise erhaltenen Werte waren um die Unterscheidungszeit länger als die einfachen, aber um die Dauer des primitiven Wahlakts zwischen Ruhe und Bewegung kürzer als die nach der C-Methode sich ergebenden Reaktionszeiten. Gleichwol können die von Donders wie von Kries und Auerbach gefundenen Zahlen insofern auch als ein Ausdruck der einfachen Unterscheidungszeit gelten, als die mit ihr eng verknüpfte elementare Wahlzeit in den von jenen Forschern angestellten Versuchen füglich als konstant angesehen werden darf, so dass also die wirklichen Unterscheidungszeiten wahrscheinlich den erhaltenen Werten ziemlich genau parallel gehen. Unter dieser Voraussetzung haben auch Vintschgau und Hönigschmied 1877 ihre Versuche über die Unterscheidungszeit von Geschmacksempfindungen nach der C-Methode ausgeführt. Dagegen hat sich der neueste Autor auf diesem Gebiet, Gabriele Buccola, in seinen „Studi di psicologia sperimentale“ (II. La durata del discernimento e della determinazione volitiva, Rivista di filosofia scientifica, anno I, vol. I, fasc. 2 1881, 16 Seiten) durchaus den Anschauungen und der Methode Wundt's angeschlossen.

Es ist ohne Weiteres klar, dass die Schwierigkeit einer Unterscheidung mit der Anzahl der Reize wächst, zwischen denen unterschieden werden soll. Der denkbar einfachste Fall ist daher offenbar dann gegeben, wenn es sich nur um zwei an sich wieder möglichst elementare Eindrücke handelt, welche der Beobachter zu erwarten und an die er seine Aufmerksamkeit zu adaptiren hat. Man kann somit die unter solchen Bedingungen sich ergebende Unterscheidungszeit als einfache einer mehrfachen gegenüberstellen, wie sie durch die Unterscheidung zwischen mehrern bis unendlich vielen Eindrücken in Anspruch genommen wird. Direkte Untersuchungen der einfachen Unterscheidungszeit sind bisher nur sehr wenige ausgeführt worden. Obersteiner sah die Reaktionszeit bei der Unterscheidung zwischen zwei Farben sich um mehr als 0,120″ erhöhen. Wundt hat die einfache Unterscheidungszeit mit seinen Schülern für Schwarz und Weiß auf 0,050″—0,079″ bestimmt, Buccola für Blau und Grün auf 0,052″. Außerdem hat der letztgenannte Forscher nachgewiesen, dass bei Berührung zweier verschiedener Hautstellen die Unterscheidungszeit zwischen 0,031″ und 0,042″ schwankte. Andrerseits liegen nun eine Reihe von Versuchen vor, die nach der C-Methode ausgeführt worden sind und daher ebenfalls innerhalb gewisser Grenzen Schlüsse auf das Verhalten der Unterscheidungszeit gestatten. Außer den bereits erwähnten Beobachtungen von Donders sind es namentlich diejenigen von Kries und Auerbach, deren Resultate wir hier kurz mitteilen wollen. Es ergab sich:

	Auerbach	Kries
Für Farbenunterscheidung	0,012	0,034
„ Unterscheidung von Ton und Geräusch	0,023	0,046
„ „ eines hohen Tons	0,019	0,049
„ „ eines tiefen Tons	0,034	0,054
„ „ starker Tastreize	0,022	0,061
„ „ schwacher Tastreize	0,053	0,105
„ Lokalisation von Tasteindrücken	0,021	0,036
„ „ von Schalleindrücken	0,015	0,032
„ Optische Richtungslokalisation	0,011	0,017
„ „ Entfernungslokalisation	0,022	0,030

Bei der Betrachtung dieser Tabelle fällt zunächst auf, dass alle Werte, trotzdem dieselben außer der einfachen Unterscheidungszeit noch die Dauer des Wahlakts zwischen Ruhe und Bewegung in sich schließen, bedeutend kleiner sind, als die von Wundt gefundenen Zahlen. Wundt ist geneigt, dieses Verhalten auf den Umstand zurückzuführen, dass Kries und Auerbach fast regelmäßig dem Prüfungsreiz in kurzem Intervall ein Signal voraufgehen ließen. Wie wir schon früher erwähnten und wie auch jene Forscher erfuhren, hat eine solche Versuchsanordnung im Allgemeinen den Erfolg, die Dauer der Reaktionszeit zu verkürzen. Nimmt man indess an, dass diese

Verkürzung bei der Gleichmäßigkeit, mit der die Versuche angestellt worden sind, das relative Verhältniss der einzelnen Zahlen nicht wesentlich alterirt hat, so lassen sich aus denselben dennoch eine Reihe von Schlüssen ziehen. Man sieht nämlich leicht, dass die Unterscheidungszeit einerseits von der Art der angewendeten Reize, dann aber auch von individuellen Differenzen abhängig sein muss. Hinsichtlich der Reize lassen sich ferner wieder nach ihrer Qualität, Intensität und Lokalisation Verschiedenheiten auffinden, die wir ganz kurz berühren wollen. Die Unterscheidung von Farben geht schneller vor sich, als diejenige zwischen Ton und Geräusch, oder zwischen Tönen von verschiedener Höhe. Zur Erklärung dieser Erscheinung haben Kries und Auerbach zwei Möglichkeiten herbeigezogen. Einerseits ist es nämlich nach der besondern Art der Reizübertragung denkbar, dass eine Farbenempfindung, sei es wegen großer Kürze der latenten Sinnesreizung, sei es wegen raschern Ansteigens der centralen Erregung, schneller eine deutliche Qualität erlangt, als eine Tonempfindung. In diesem Fall würde die kürzere Unterscheidungszeit lediglich in physiologischen, nicht aber in psychologischen Verhältnissen ihre Ursache haben. Andrerseits aber wäre es auch möglich, dass wir bei der großen Rolle, welche normaler Weise die Gesichtseindrücke in unserm psychischen Leben spielen, in der Unterscheidung gerade dieser eine weit größere Uebung besäßen, als auf andern Sinnesgebieten. Für diese Ansicht würde die von den genannten Forschern berichtete Beobachtung sprechen, dass sich bei den akustischen und Tastversuchen ein beträchtlicher, dagegen bei den optischen Experimenten kaum irgend ein Einfluss der Uebung auf die Verkürzung der Unterscheidungszeit nachweisen ließ. Auch der Hinblick auf die bestehenden ausgeprägten individuellen Verschiedenheiten in den Unterscheidungszeiten dürfte die Annahme psychophysischer Differenzen wahrscheinlicher machen als diejenige physiologischer. Weit länger als für optische und akustische Reize fallen die Unterscheidungszeiten für Geschmacksreize aus, wie sie von Vintschgau und Hönigschmied nach der C-Methode festgestellt worden sind. Es handelte sich dabei um die Unterscheidung einer intensiv schmeckenden Flüssigkeit von destillirtem Wasser. Man erhielt folgende Zahlen:

Chlornatrium	Säure	Chinin	Zucker
0,1168	0,1639	0,1778	0,2201

Hier wird wol zweifellos schon durch die Vorgänge im peripherischen Organe eine bedeutende Verzögerung des deutlichen Hervortretens der Geschmacksempfindung verursacht; die Intensität der einwirkenden Reize wirkt auf die Unterscheidungszeit in ähnlicher Weise abkürzend, wie auf die einfache Reaktionszeit. Starke Tasteindrücke werden als solche beträchtlich schneller erkannt, als schwächere, und ganz analog dürfte die raschere Unterscheidung hoher Töne gegenüber tiefen wol im wesentlichen auf ihre größere Intensität zurück-

zuführen sein. Allerdings kommt hier vielleicht auch noch ein andres Moment in Betracht. Da nämlich zur Erkennung der Tonhöhe eine bestimmte Anzahl von Schwingungen, etwa 18—20, notwendig sind, so wird natürlich die Höhe der tiefen Töne mit ihrer längern Schwingungsdauer erst etwas später unterschieden werden können, als es bei größerer Schwingungszahl möglich ist.

Sehr auffallend sind die niedrigen Werte der Unterscheidungszeiten, welche Kries und Auerbach für die Lokalisation in den verschiedenen Sinnesgebieten gefunden haben[1]). Dieselben sind fast durchgehends und zum Teil sogar bedeutend kleiner, als die oben angeführten, von Buccola nach der Wundt'schen Methode für die Tastlokalisation beobachteten Zahlen. Kries und Auerbach sowie Buccola weisen besonders darauf hin, dass empirisch die Adaptirung der Aufmerksamkeit an eine Qualität oder Intensität weit schwieriger sei, als die Concentration derselben auf einen bestimmten Ort. Aus einem ähnlichen Grund hält Wundt es für das Wahrscheinlichste, dass die von den genannten Forschern konstatirten Differenzen hier nicht sowol auf Rechnung der Unterscheidungszeit als vielmehr der mit ihr verknüpften elementaren Wahlzeit zu setzen seien. Er findet nämlich, dass gerade die associative Verknüpfung von Empfindungen und Bewegungsvorstellungen sich am leichtesten und sichersten bei einer bestimmten Lokalisation des Reizes vollziehe. Eine Entscheidung dieser Frage wäre von weitern Untersuchungen der Unterscheidungszeit bei verschiedener Lokalisation des Reizes nach der Wundt'schen Methode zu erwarten. Interessant ist die Angabe von Buccola, dass die Unterscheidungszeit für die Fingerspitze 0,031″, dagegen für das untere Drittel des Vorderarms 0,042″ betrug. Es scheint demnach, dass mit der Anzahl der vom Reize getroffenen Nervenendigungen und der Deutlichkeit ihrer Lokalzeichen die Schnelligkeit wächst, mit der die untersuchte Hautstelle von andern unterschieden werden kann. Hinsichtlich der Gehörslokalisation sei die von Kries und Auerbach gemachte Beobachtung angeführt, dass die Unterscheidungszeit hier abnimmt, je größer der „Divergenzwinkel" d. h. der von den Verbindungslinien der beiden Schallquellen mit der Nasenwurzel eingeschlossene Winkel wird. Um so leichter sind nämlich offenbar auch die Orte der Schallquellen aus einander zu halten. Rascher noch als die Gehörslokalisation unter den günstigsten Verhältnissen geht die optische Richtungslokalisation vor sich. Hier geschieht aber auch die Erkennung des Ortes, an dem sich der Reiz befindet, mit Hilfe der

1) Die eigentümliche Beobachtung, dass der Ort eines Tasteindrucks rascher erkannt wird, als seine Intensität, hat Kries und Auerbach zu dem Schluss geführt, dass die sog. Lokalzeichen nicht sowol durch die räumlich verschiedenartig abgestufte Stärke der einwirkenden Reize, als vielmehr durch die besondere charakteristische Reaktionsweise der einzelnen peripherischen Nervenenden ihr eigenartiges Gepräge erhalten.

Netzhautlokalzeichen weit unmittelbarer als dort, wo erst die relative Stärke des Eindrucks auf den beiden Ohren das Material für die Beurteilung abgibt. Dagegen steht der Gehörslokalisation wol in mancher Hinsicht die optische Entfernungslokalisation nahe, die ebenfalls sicherlich einen ziemlich komplicirten Vorgang darstellt.

Außer den bisher besprochenen Differenzen, die auf einen verschieden raschen Ablauf des Unterscheidungsprocesses je nach der Art der gestellten Aufgabe hindeuten, gibt es noch Schwankungen und Unterschiede andrer Natur hier zu verzeichnen, die ihren Ursprung in der allgemeinen oder speciellen psychophysischen Disposition des Beobachters haben dürften. Als eines der wichtigsten Momente muss die Uebung angeführt werden, der hier ein viel größerer Spielraum zuzukommen scheint, als bei der einfachen Reaktionszeit. Kries und Auerbach fanden, dass der Maximalwert der Uebung auf jedem Sinnesgebiet besonders erreicht werden müsse, dass er sich aber, wenn einmal erlangt, auch bei den verschiedensten mit einem Sinnesorgan angestellten Versuchen geltend mache. Inwiefern das Gesicht dieser Regel gegenüber eine Ausnahmestellung einnahm, ist bereits oben erwähnt worden. Welche Momente des ganzen Vorgangs es im Einzelnen sind, auf die man der Uebung einen verkürzenden Einfluss zuzuschreiben hat, lässt sich nicht ganz mit Sicherheit entscheiden. Wundt ist der Ansicht, dass durch die allmählich eintretende feste associative Verknüpfung eines bestimmten Eindrucks mit der Reaktionsbewegung sowol die primitive Wahlzeit, als auch die Unterscheidungszeit sich erheblich verkleinern könne, wodurch sich also der ganze Vorgang mehr und mehr der einfachen Reaktion annähern würde.

Ganz besonders scheinen sich nach den oben mitgeteilten Resultaten von Kries und Auerbach bei der Unterscheidungszeit durchgehende individuelle Differenzen geltend zu machen, deren Ursache wegen ihrer Konstanz füglich nicht allein in dem verschiedenen Grad der Uebung gesucht werden kann. Vielmehr muss man hier wol an individuelle Eigentümlichkeiten denken, die eben in der psychophysischen Konstitution des Einzelnen ihren tiefern Grund haben. Es ist übrigens nicht unwahrscheinlich, dass ein Bruchteil der zwischen Kries und Auerbach hervortretenden Differenzen nicht auf die Unterscheidungszeit, sondern vielmehr auf die verschiedene Länge der Wahlzeit zu beziehen ist; wenigstens ergaben sich für die drei nach der Wundt'schen Methode beobachteten Personen hinsichtlich der einfachen Unterscheidungszeit nur Unterschiede von 0,047″—0,079″.

Noch weniger als die einfache, ist die mehrfache Unterscheidungszeit bisher Gegenstand eingehendern Studiums geworden. Vor Allem sind die bereits erwähnten, von Donders nach der C-Methode angestellten Versuche hieher zu beziehen. Nach Obersteiners Beobachtung stieg die Reaktionszeit von 0,125″ um 0,3″—0,4″, wenn anstatt

der einfachen Reaktion die Unterscheidung zwischen vier Farben verlangt wurde. Für den Hautsinn wiesen Kries und Auerbach nach, dass die Tastlokalisation bei drei verschiedenen Stellen etwas längere Zeit in Anspruch nimmt, als bei zweien, doch waren sie der Meinung, dass dieser Unterschied durch hinreichende Uebung sich verwischen lasse. Zu einer andern Ansicht ist Wundt auf Grund der mit vier verschiedenen Lichteindrücken nach seiner Methode ausgeführten Experimente gekommen. Er fand nämlich bei drei Beobachtern folgende Zahlen:

		M. F.	E. T.	W. W.
Einfache	Unterscheidungszeit	0,050	0,047	0,079
Mehrfache		0,157	0,073	0,132

Die mehrfache Unterscheidungszeit war demnach stets erheblich größer, als die einfache; außerdem machten sich individuelle Differenzen bemerkbar, deren Deutung vor der Hand noch nicht gegeben werden kann.

Ganz ähnlich, wie somit die Schwierigkeit der Unterscheidung mit der Anzahl der Reize wächst, die erwartet werden können, nimmt dieselbe selbstverständlich auch zu, wenn an die Stelle der bisher stets vorausgesetzten elementaren Eindrücke zusammengesetztere treten, deren Erkennung vom Individuum in möglichst kurzer Zeit bewerkstelligt werden soll. Am eingehendsten ist diese Frage bisher von Wundt studirt worden. Um mit Eindrücken zu operiren, die eine möglichst regelmäßige Steigerung der Zusammensetzung zulassen, bediente er sich verschiedenstelliger Zahlen. Die Reaktion erfolgte jedesmal, sobald die vorgeführte Zahl erkannt war. Von der ganzen bis dahin verstrichenen Zeit wurde die vorher ermittelte einfache Reaktionszeit subtrahirt. Die Resultate dieser Versuche finden sich in folgender Tabelle zusammengestellt. In derselben bedeutet je die obere Horizontalreihe die Beobachtungsmittel aus dem Januar, die untere diejenige des Februars 1880:

	1-	2-	3-	4-	5-	6 stell. Zahl	Mittlere Schwankung bei 1 stell.	Schwankung bei 6 stell. Z.
M. F.	0,324	0,339	0,314	0,474	0,687	1,082	0,069	0,132
	0,308	0,358	0,386	0,491	0,627	1,079		
E. T.	0,348	0,441	0,601	0,848	1,089	1,387	0,055	0,161
	0,194	0,276	0,330	0,480	0,704	0,887		
W. W.	0,378	0,386	0,375	0,473	0,650	0,960	0,046	0,123
	0,270	0,308	0,305	0,418	0,445	0,482		

Wie ein Blick auf diese Tabelle zeigt, bieten die Unterscheidungszeiten für 1-, 2- und 3stellige Zahlen nur geringe und nicht ganz konstante Differenzen dar, dagegen erfahren dieselben mit jeder weitern Vermehrung der Stellenzahl eine entschiedene Verlängerung. Es hat demnach den Anschein, als ob 3stellige Zahlen noch als relativ einfache Eindrücke aufgefasst werden können, während bei mehr-

stelligen eine Zerlegung des Gesamteindrucks in einzelne Teile stattfindet, deren gesonderte Erkennung dann einer wachsend längern Zeit bedarf. Die Vergleichung der Ergebnisse aus dem Januar und Februar bei den einzelnen Beobachtern lässt ferner einen sehr deutlichen Einfluss der Uebung erkennen, insofern im Laufe der Untersuchungen die Unterscheidungszeiten, namentlich für die zusammengesetztern Zahlen, sich offenbar verkürzten. So wurden auch Zahlen, die uns besonders geläufig zu sein pflegen, z. B. die mit 1 oder 18 anfangenden durchweg etwas rascher erkannt als andere. Bemerkenswert ist es, dass mit der Stellenzahl auch die Größe der mittlern Schwankungen zunahm, eine Erscheinung, der wir regelmäßig begegnet sind, wo die Aufgabe der Aufmerksamkeit sich komplicirt. Außer den erwähnten Unterschieden machen sich endlich in der vorstehenden Tabelle noch ganz entschiedene individuelle Differenzen geltend, die allerdings Wundt im Wesentlichen auf die schon zu den Versuchen mitgebrachte besondere Uebung des Einzelnen zurückzuführen geneigt ist. Aehnliche Experimente, wie die aufgeführten, stellte Wundt hinsichtlich der Unterscheidungszeit für einfache geometrische Figuren an. Dabei fanden sich keine durchgreifenden Unterschiede nach der eigentümlichen Gestalt dieser letztern, sondern die Erkennung ging, abgesehen von den individuellen Differenzen, im Großen und Ganzen mit gleicher Schnelligkeit vor sich und zwar ungefähr in der für die Unterscheidung einer 3—5stelligen Zahl notwendigen Zeit. Endlich wurde von Wundt noch die Unterscheidungszeit für zugerufene einsilbige Worte untersucht. Die gefundenen Werte entsprechen etwa den oben für die mehrfachen Unterscheidungszeiten angegebenen Zahlen, und waren demnach weit geringer, als diejenigen für zusammengesetzte Gesichtseindrücke. Für die Erklärung dieser Erscheinung ist wol namentlich die große Uebung wichtig, welche wir uns gerade für die Erkennung von Worten im täglichen Verkehr zu erwerben pflegen. Trotzdem war übrigens selbst hier noch sowol ein weiterer verkürzender Einfluss der Uebung, als auch ein nicht verschwindender Rest individueller Differenzen nachweisbar.

Wenn wir in den verschiedenen Formen der Unterscheidung insgesamt nur einfache Erweiterungen des Appercepționsprocesses vor uns haben, so liegt der Gedanke nahe, dass auch der letzte psychophysische Abschnitt des Reaktionsvorgangs, die Entstehung und Auslösung des Willensakts ähnlicher experimenteller Variationen fähig sein werde. Die einfache Willenszeit ist ja wie die einfache Appercepționszeit unsern Messungen bisher absolut unzugänglich, dagegen gelingt es, dieselbe durch Komplikation der Versuchsbedingungen zu verlängern und die so erhaltene Verlängerung in ihrer psychologischen Bedeutung als Dauer genau bestimmter, eingeschobener Akte zu definiren. Das wesentliche Prinzip, nach welchem bisher dergleichen Experimente ausgeführt worden sind, hat darin bestanden, dass

man auf verschieden variirte Reize verabredete Modifikationen in der Reaktion durch den Beobachter eintreten ließ. Daraus geht hervor, dass die Gesamtdauer dieses Akts sich aus der einfachen Reaktionszeit, der Unterscheidungszeit und dem Zuwachs an Zeit zusammensetzt, der eben durch die besondre Modifikation der Reaktion in Anspruch genommen wird. Dieser Zuwachs lässt sich demnach auf einfache Weise dadurch isoliren, dass man von der Gesamtdauer die Zeit für eine mit Unterscheidung ausgeführte Reaktion abzieht. Dies ist in der Tat der Weg gewesen, auf dem man die erweiterte Willenszeit, oder die Wahlzeit, wie sie von Wundt genannt wurde, studirt hat. Dem denkbar einfachsten Wahlakte, nämlich der Wahl zwischen Ruhe und einer verabredeten Bewegung, sind wir schon oben, bei Besprechung der Unterscheidungszeit und ihrer Maßmethoden, begegnet. Derselbe wird durch die Donders'sche C-Methode mit dem Unterscheidungsakte zusammen gemessen. Wundt ist es gewesen, der ihn als gesonderten psychischen Vorgang aufgefasst und durch seine Methode, die Unterscheidungszeit zu bestimmen, auch isolirt gemessen hat. Er bediente sich dabei zweier Farben als Prüfungsreize; nur auf eine derselben wurde reagirt. Gegenüber dem einfachen Falle, dass nach Erkennung der Farbe jedesmal reagirt werden musste, stellte sich hier bei drei Beobachtern eine Verlängerung von 0,152—0,184″ heraus, ein Wert, der demnach die Dauer des primitiven Wahlakts repräsentiren würde. Unter gleichen Versuchsbedingungen fand Buccola für denselben 0,066″. Nicht unbeträchtlich kürzere Wahlzeiten wurden von dem gleichen Beobachter für den Tastsinn konstatirt, was möglicherweise auf die schon früher vermutete engere associative Verknüpfung der Hautsensationen mit Bewegungsvorstellungen zu beziehen wäre. Dabei ergab sich zugleich das interessante Resultat, dass auch die Wahlzeiten, wie die Unterscheidungszeiten, mit dem größern Nervenreichtum der gereizten Hautstelle abnehmen. Bei der Lokalisation des Reizes am untern Drittel des Vorderarms betrug dieselbe nämlich 0,032″, während sie für die Fingerspitze auf 0,024″ heruntersank. —

Kaum viel mehr, als über die primitive Wahlzeit zwischen Bewegung und Ruhe, ist über die Dauer eines Wahlakts zwischen verschiedenen Bewegungen bekannt. Donders hat allerdings eine Anzahl von Versuchen in dieser Richtung angestellt, allein dieselben sind deshalb nicht direkt verwertbar, weil er Unterscheidungszeit und Wahlzeit nicht isolirt bestimmt hat. Zunächst ließ er in unregelmäßiger Folge elektrische Reize bald auf den rechten, bald auf den linken Fuß einwirken und die Reaktion stets mit der gleichseitigen Hand ausführen. Die Verlängerung der ganzen Versuchsdauer gegenüber der einfachen Reaktionszeit betrug etwa 0,067″. Dieselbe fiel bedeutender aus, wenn die Prüfungsreize in verschiedenfarbigen Lichtern bestanden; man erhielt im Mittel Werte von 0,154″. Noch größer

wurde die Verzögerung, als auf plötzlich erleuchtete Buchstabenzeichen mit dem Aussprechen der betreffenden Laute reagirt werden sollte; sie stieg bis auf 0,166" im Mittel. Dagegen sank die Differenz gegenüber der einfachen Reaktionszeit bis auf 0,056" dadurch, dass Donders an Stelle der Schriftzeichen den gesprochenen Laut als Prüfungsreiz benutzte, der vom Beobachteten einfach wiederholt werden musste. Die hier befolgte Methode wurde von Donders als B-Methode bezeichnet; die Resultate sind aufzufassen als die mit der einfachen Unterscheidungszeit verbundene Wahlzeit zwischen zwei Bewegungen. Trotzdem dieselben daher nur mittelbar einen Schluss auf die wahre Größe der Wahlzeit zulassen, so geht doch soviel aus ihnen hervor, dass offenbar die einfache Wiederholung eines konventionellen Lautes und demnächst die gleichseitige Reaktion auf einen Hautreiz am schnellsten ausgeführt werden kann. Schon Donders hat dieses Ergebniss durch den Umstand erklärt, dass gerade in diesen beiden Fällen gewiss bereits eine durch häufige Uebung erworbene, gangbare associative Verbindung zwischen Empfindung und zugehöriger Bewegungsvorstellung bestehe. In der Tat verkürzen sich diese Zeiten durch fortdauernde Uebung wenig oder gar nicht mehr, während das unter den andern Versuchsbedingungen entschieden der Fall ist. Auch stellen sich sofort längere Werte und größere Unsicherheit ein, wenn man den Hautreiz z. B. anstatt mit der gleichseitigen mit der entgegengesetzten Hand beantworten lässt. Auffallend erschienen Donders die großen Zahlen für die Reaktion auf gesehene Buchstaben, da man ja wol auch hier eine rasche Association zwischen dem Schriftzeichen und der Bewegungsvorstellung für den Laut voraussetzen dürfte. Donders sucht die Erklärung für diese Erscheinung in der langsamern Erkennung des zweidimensionalen komplicirten Schriftzeichens gegenüber der raschen Auffassung eines Vokalklangs. Außerdem liegt es übrigens entschieden nahe, eine engere associative Verknüpfung zwischen der Lautwahrnehmung und der zugehörigen Bewegungsvorstellung anzunehmen, als sie etwa zwischen dem Schriftzeichen und der letztern besteht, ja vielleicht bildet gar das Erinnerungsbild des Vokalklangs erst das Bindeglied zwischen diesen Beiden.

Nach der gleichen Methode, wie Donders, stellten Vintschgau und Hönigschmied Versuche im Gebiete des Geschmackssinns an, indem sie sich abwechselnd je zweier verschiedener, schmeckender Flüssigkeiten bedienten, auf die verabredetermaßen auch verschieden reagirt werden musste. Zieht man von den auf diese Weise für die einzelnen Substanzen erhaltenen Reaktionszeiten die entsprechende früher bestimmte einfache Reaktionsdauer ab, so muss die Differenz offenbar wieder die einfache Unterscheidungszeit nebst der Wahlzeit für zwei Bewegungen repräsentiren. Diese Werte schwanken von 0,1828—0,3589" und betragen im Mittel etwa 0,23", sind also

entschieden größer, als die von Donders für andre Sinne angegebenen Zahlen. Indess dieser Unterschied dürfte wesentlich auf die für den Geschmack so weit längere Unterscheidungszeit entfallen. Das wird um so wahrscheinlicher, wenn man von den gefundenen Werten die früher von Vintschgau und Hönigschmied nach der C-Methode festgestellten Zahlen subtrahirt. Die so erhaltenen Differenzen müssen dem Zeitintervall entsprechen, um welches die Wahlzeit zwischen zwei Bewegungen länger ist, als diejenige zwischen Bewegung und Ruhe; dieselben schwanken zwischen 0,02" und 0,14" und betragen im Mittel etwa 0,066. Wir werden sehen, dass dieses Resultat mit den von Wundt für die gleiche Größe im Gebiete des Gesichtssinns angegebenen Werten ziemlich gut übereinstimmt, so dass also Unterschiede, in den Wahlzeiten zwischen zwei Bewegungen wenigstens, für die verschiedenen Sinne bisher nicht erwiesen sind. Dies eine der Folgerungen, die sich aus den sorgfältigen Untersuchungen von Vintschgau und Hönigschmied ziehen lassen; leider müssen wir es uns versagen, hier weiter auf das Detail dieser letztern einzugehen, da noch zu wenig Anhaltspunkte für eine allgemeinere theoretische Verwertung der gewonnenen Daten vorliegen. — Die Wahlzeit zwischen zwei Bewegungen ist bisher nur von Wundt isolirt bestimmt worden. Derselbe ließ nach Verabredung auf Schwarz als Prüfungsreiz mit der linken, auf Weiß mit der rechten Hand reagiren und stellte außerdem die einfachen Unterscheidungszeiten für jene Farben fest, um sie von der Gesamtdauer abzuziehen. Die nachstehende Tabelle gibt für drei Beobachter die berechneten Wahlzeiten und ebenso die bereits erwähnten Wahlzeiten derselben zwischen Ruhe und Bewegung wieder:

	M. F.	E. T.	W. W.
Wahlzeit zwischen Bewegung u. Ruhe	0,183	0,184	0,152
Wahlzeit zwischen zwei Bewegungen	0,331	0,284	0,188
Differenz	0,148	0,100	0,036

Bei der Vergleichung dieser Zahlen mit den früher für die Unterscheidungszeiten mitgeteilten ergibt sich, dass die Wahlzeiten, selbst in ihrer primitivsten Form, entschieden länger ausfallen, als die einfachen und sogar als die ersten Stufen der mehrfachen Unterscheidungszeiten. Das gleiche Verhalten bieten die von Buccola angegebenen Werte für den Gesichtssinn dar, während sich beim Tastsinn, wenn man anders nach den wenigen von ihm aufgeführten Zahlen urteilen soll, ein umgekehrtes Verhältniss herauszustellen scheint. Wenn sich diese Beobachtung bestätigen sollte, so hätte dieselbe nichts Auffallendes an sich, da wir schon mehrmals auf die Vermutung hingewiesen worden sind, dass gerade zwischen den vom Hautsinn ausgehenden Wahrnehmungen und den Bewegungsvorstellungen eine besonders innige associative Verknüpfung bestehe.

Außer dem Erwähnten geht aus der obigen Tabelle noch die

Tatsache hervor, dass in dem zeitlichen Verhalten der verschiedenen hier betrachteten Vorgänge sich recht beträchtliche individuelle Differenzen geltend machen. Während Wundt's (W. W.) Unterscheidungszeitenverhältnissmäßig groß ausfielen, zeigen sich für seine Wahlzeiten auffallend kleine Werte, und namentlich die Differenz der Wahlzeiten zwischen Ruhe und Bewegung und zwischen zwei Bewegungen ist sehr bedeutend geringer, als bei den andern beiden Beobachtern. Ein näheres Eingehen auf diese Unterschiede ist für jetzt bei der Spärlichkeit des vorliegenden Materials nicht möglich, doch darf man wol hoffen, dass gerade das Studium derartiger Tatsachen fruchtbare Gesichtpunkte für das tiefere Eindringen in das Wesen der „individuellen psychophysischen Disposition" ergeben wird. — Wir haben nunmehr noch kurz einiger von Donders angestellter Versuche zu gedenken, in denen der Reagirende nicht nur zwischen zwei, sondern je nach der Qualität des Reizes zwischen mehrern, nämlich fünf Bewegungen zu wählen hatte. Als Reize dienten einmal verschiedene Buchstabenzeichen, andrerseits die denselben entsprechenden vokalischen Laute; die Reaktion bestand in lautem Aussprechen resp. Wiederholen des entsprechenden Lautes. Die Gesamtdauer dieses Vorgangs nach Abzug der einfachen Reaktionszeit, also die fünffache Unterscheidungszeit nebst der Wahlzeit zwischen fünf Bewegungen, betrug im erstern Falle im Mittel 0,170", während sie im letztern Falle aus bereits erörterten Gründen bedeutend kürzer ausfiel und bei verschiedenen Beobachtern im Mittel zwischen 0,069" und 0,088 schwankte. Weitere Versuche in dieser Richtung liegen bisher nicht vor.

Die Appercеption eines Sinneseindrucks bildet den ersten, die Entstehung eines Willensimpulses den letzten Akt jedes psychischen Vorgangs, der sich auf das Schema der Reaktion zurückführen lässt. Theoretisch wenigstens gelingt dies aber nach den heute in der Psychologie herrschenden Anschauungen bei Allen ohne Ausnahme. Zwar eine direkte und unmittelbare Uebertragung der Erregung von dem sensorischen auf das motorische Gebiet, wie man sie bei den berichteten Experimenten zu erreichen bestrebt war, ist unter sonstigen Bedingungen verhältnissmäßig nicht sehr häufig. Vielmehr pflegt sich zwischen die Einwirkung der Außenwelt auf das Subjekt und diejenigen des Subjekts auf die Außenwelt noch eine kürzere oder längere Reihe von Processen einzuschieben, die von der Selbstbeobachtung als innere Tätigkeit aufgefasst werden. Von der Gestaltung dieser Vorgänge ist die Richtung, Größe und Form der endlichen motorischen Reaktion abhängig. In Wirklichkeit führt nun immer nur ein Teil der durch die Sinne zugeführten Erregung wirklich zur Reaktion. Ein andrer Teil derselben ruft dagegen leise, aber langandauernde Erregungszustände in den Centralorganen hervor, deren Wechselwirkung unter einander und mit den neu zugeleiteten Erregungswellen sich eben als das physiologische Substrat der innern Tätigkeit des Individuums

darstellt. Gerade diese Erregungszustände sind es daher, welche in ihrer besondern Verteilung und Zusammensetzung auf den centralen Verlauf später zugeführter Sinneseindrücke bestimmend und modificirend einwirken und somit ihre Eigenart wenigstens indirekt in der motorischen Reaktion des Individuums ebenfalls zum Ausdrucke bringen. Es würde uns hier viel zu weit führen, auf diese Anschauungen des Nähern einzugehen; für uns genügt es, darauf hinzuweisen, dass das Schema des Reaktionsvorgangs sich cum grano salis auf alle andern psychischen Processe ausdehnen lässt. Diese Ueberlegung gibt uns den Gedanken an die Hand, die gleichen Maßmethoden, deren man sich bisher mit Erfolg bei den verschiedenen Erweiterungen der einzelnen integrirenden Akte des Reaktionsvorgangs bedient hat, auch für andere psychische Processe in Anwendung zu bringen, welche sich experimentell zwischen die beiden Hauptmomente desselben einschieben lassen.

Das Gebiet, welches wir hier betreten, ist fast noch gänzlich terra incognita. Der Einzige, der bisher den Versuch gemacht hat, auch andre psychische Vorgänge in ihrem zeitlichen Verlaufe zu verfolgen, als die einzelnen Akte der Reaktion, ist Wundt gewesen. Derselbe hat nämlich die Zeit gemessen, welche nach der Apperception eines Sinneseindrucks zu vergehen pflegt, bis durch einen associativen Process ein irgendwie verwandtes Erinnerungsbild in den Blickpunkt des Bewusstseins gehoben wird. Diese Zeit nannte Wundt die Associationszeit. Er bestimmte dieselbe dadurch, dass er dem Beobachter einsilbige Worte zurief, die in verschiedenem Grade geeignet waren, Associationen zu erzeugen. Sobald dann eine Association appercipirt worden war, erfolgte die Reaktion. Die Associationszeit ergab sich demnach aus der Verlängerung, die der ganze Vorgang gegenüber der einfachen Apperceptionsreaktion auf das nämliche zugerufene Wort erfuhr. Die von Wundt auf diese Weise erhaltenen Resultate sind außerordentlich lehrreich. Zunächst konnte die merkwürdige Tatsache konstatirt werden, dass die Associationszeiten bei einer ziemlich beträchtlichen absoluten Länge im Mittel sehr geringe individuelle Unterschiede zeigen. Für drei Beobachter betrugen sie 0,706″ resp. 0,723″ und 0,752″. Wundt stellt daher 0,72″ als Durchschnittsdauer für die Associationszeit hin. Auch durch ganz andersartige Versuche lässt es sich nachweisen, dass gerade dieses Intervall es ist, in welchem Erinnerungsbilder die Neigung haben, auf einander zu folgen. Trotz der guten Uebereinstimmung der Mittelwerte, bieten die Associationszeiten unter sich sehr bedeutende Schwankungen dar, die sich leicht aus dem sehr verschiedenen Reichtum an associativen Beziehungen erklärt, der den einzelnen zugerufenen Worten zukommt. In der Tat geht aus den von Wundt angeführten Beispielen sehr deutlich das schon a priori sehr wahrscheinliche Resultat hervor, dass schwierigere und weiter abliegende Associationen zugleich auch längere

Zeit zu ihrem Zustandekommen erfordern. Dieses Moment ist es wol auch, welches in erster Linie für die individuellen Differenzen, soweit solche hervortreten, verantwortlich gemacht werden muss. Wundt weist nämlich nach, dass in Bezug auf verschiedene Kategorien der Associationen sowol nach der Dauer derselben, als nach dem Zahlenverhältniss, in dem sie auftreten, charakteristische Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Beobachtern bestehen, die sich wesentlich auf eine verschiedene Uebung derselben, häufiger und leichter nach dieser oder nach jener Richtung hin Associationen zu bilden, zurückführen lassen. Speciell soll erwähnt werden, dass Herr Stanley Hall, der sich an den Wundt'schen Versuchen beteiligte, wegen seiner geringern Uebung im Deutschen eine auffallend lange Associationszeit, nämlich 0,874" besaß. Am meisten trat dieses hervor bei den reinen Wortassociationen, also dort, wo „lediglich ein bestimmtes Wort ein anderes vermöge häufiger Verbindung mit demselben reproducirt", wo also die Geschwindigkeit ganz von einer möglichst geläufigen Handhabung der Sprache abhängt. Eine entschiedene Erschwerung des Associationsvorgangs ist es, wenn derselbe durch vorhergehende Verabredung in eine bestimmte Richtung gezwungen wird. Die passive Apperception der ersten besten in das Blickfeld des Bewusstseins eintretenden Erinnerungsvorstellung wird hier nach Wundt's Terminologie zur aktiven, zur Auswahl einer einzigen genau charakterisirten aus der ganzen Zahl derer, die sich etwa darbieten. Dieser Fall tritt z. B. ein, wenn ein Subsumtionsurteil gebildet, also die Kategorie bezeichnet werden soll, zu welchen das durch das zugerufene Wort bezeichnete Ding gehört. Dieser Process dauert durchschnittlich 0,1" länger, als die einfache Association und zeigt dabei sehr bedeutende Schwankungen. Die Ursache derselben liegt natürlich wesentlich in der größern oder geringern Leichtigkeit, mit welcher sich die betreffenden Objektvorstellungen in allgemeinere Kategorien einordnen lassen. Je konkreter dieselben sind und je häufiger sie im Leben als Specialfälle gewisser Gattungsbegriffe aufgefasst werden, desto rascher geht die Urteilsbildung vor sich, ja sie kann sich mit der einfachen Association identificiren; je abstrakter indess die erste von außen her wachgerufene Vorstellung ist, desto schwieriger wird es, dieselbe zu klassificiren und desto längere Zeit muss natürlich dieser Vorgang in Anspruch nehmen.

Hier stehen wir an der Grenze der bisher angestellten Forschungen. Man sieht leicht, dass der Boden, auf dem sich dieselben bewegen, ein äußerst fruchtbarer ist, und dass sich hier noch eine große Zahl von Fragestellungen ergeben, deren Bearbeitung für unsre Kenntniss der psychischen Vorgänge eine reiche Ausbeute verspricht. Zwei Schwierigkeiten sind es dabei hauptsächlich, mit denen die weitere Erforschung dieser Verhältnisse voraussichtlich zu kämpfen haben wird: einmal die Forderung, bei der successiven Erweiterung des

Reaktionsvorganges stets nur möglichst einfache und scharf definirte Processe in den Rahmen des Experiments neu aufzunehmen, dann aber die mit der Komplikation der Aufgabe an wachsenden Schwankungen zwischen den Einzelresultaten, die in schwer kontrolirbaren Momenten ihren Grund haben und leicht die durchgehende Gesetzmäßigkeit zu verwischen im Stande sind. Die erstere dieser Schwierigkeiten wird durch eine möglichst eingehende Analyse der verwickelten psychischen Phänomene bis zu einem gewissen Grade zu überwinden sein, während der letztern vielleicht durch weitgehende Vervielfältigung der Beobachtungen und Bearbeitung derselben nach der statistischen Methode wirksam entgegengetreten werden kann. Auf der andern Seite nehmen selbstverständlich die rein technischen Erwägungen der Zeitmessung mit der längeren Dauer der gemessenen Intervalle rasch ab. Gelingt es daher, über die genannten, sicherlich nicht absolut unüberwindlichen Schwierigkeiten hinwegzukommen, so steht mit alleiniger Ausnahme der drei eng an einander geknüpften Akte der einfachen Reaktion das ganze Gebiet psychologischer Vorgänge principiell unsern Methoden der Zeitmessung offen. Wir dürfen somit hoffen, dass eine nicht zu ferne Zukunft uns in den zeitlichen Verlauf der wichtigsten unter ihnen wenigstens eine paradigmatische Einsicht zu erschließen im Stande sein wird.

R. Cario, Anatomische Untersuchung von Tristicha hypnoides.

Botanische Zeitung 1881. S. 25—33, 41—48, 57—64, 73—82. Mit 1 Tafel.

Von jenen Phanerogamen, deren innerer Bau und äußere Gliederung bedeutende Abweichungen von der großen Mehrzahl aufweist, wurden bisher fast nur Wasserpflanzen und Parasiten genauer untersucht, deren Lebensweise eben auffällige Verschiedenheiten im Bau mit sich bringt. Die Pflanze, mit deren Bau wir hier bekannt gemacht werden, gehört der Familie der Podostemaceen an, deren systematische Stellung noch völlig zweifelhaft ist, und welche im äußern Ansehen weit mehr Moosen gleichen als Blütenpflanzen. *Tristicha hypnoides* wächst in Bächen in Guatemala, wo sie auf halbüberspülten Steinen im März ihre kleinen hellroten Blüten entfaltet. Der Vegetationskörper der Pflanze besteht aus einem fadenförmigen Thallus, welcher dem Substrat anliegt, und in dessen Innerm sowol gleichartige Thalluszweige, als Laubsprosse entstehen. Letztere sind dreizeilig beblättert und zwar sind die Blätter der Rückenzeile anders gestaltet als die der beiden Bauchzeilen. Die Laubsprosse verzweigen sich reichlich axillär, so dass büschelförmige Verzweigungssysteme entstehen; einzelne dieser Zweige tragen terminal die Blüten, welche aus einem dreizipfeligen Perigon, einem einzigen Staubfaden und einem dreifächerigen Fruchtknoten besteht; in letzterm finden sich zahlreiche anatrope Ovula. — Während die Teile der Blüte ziemlich komplicirt gebaut sind, ist die Gefäßbündelentwicklung im vegetativen Teil nur rudimentär; in den Laubsprossen werden die Spiralgefäße bald wieder zerstört. Bemerkenswert sind die Kieselbildungen in den Zellen, welchen der Verf. ausgedehnte Erörterung zu Teil werden lässt.

Prantl (Aschaffenburg).

Th. v. Bischoff, Die dritte oder untere Stirnwindung und die innere obere Scheitelbogenwindung des Gorilla.

Morphol. Jahrb. VII S. 312—322.

Der Sulcus orbitalis (Ecker) ist bei den Gorillagehirnen von einer ansehnlichen Windung umgeben, welche nach Pansch der dritten, nach Bischoff dagegen der zweiten Stirnwindung des Menschen entspricht. Da man bei Affen aber nur zwei Stirnwindungen unterscheiden kann, so fehlt entweder die zweite oder die dritte Windung. B. hat nun in der Tat erkannt, dass bei niedern Affen die dritte Stirnwindung ganz fehlt und die fragliche Windung umsomehr der zweiten des Menschen entspricht, als B. bei Anthropoiden das wirkliche Analogon der dritten menschlichen Stirnwindung auffand. Es ist das eine kleine Windung, welche sich genau so verhält wie die stark entwickelte dritte Stirnwindung des Menschen. Sie findet sich auch konstant bei dem Gorilla, ist aber von dem untern Ende der vordern Centralwindung und der von diesem ausgehenden Wurzel der zweiten Stirnwindung verdeckt.

Die innere obere Scheitelbogenwindung ist bei dem Gorilla ansehnlich complicirt und ausgebildeter, als bei dem Chimpanse und Orang. Ihre Komplication wird, wie beim Menschen, durch stärkere Windungen und stärkeres Hervortreten von Wurzeln und Faserzügen aus der Tiefe hervorgebracht. Aehnlich verhält es sich mit Gratiolet's deuxième pli de passage externe, welche bei einigen Affen noch in der Tiefe steckt, bei andern dagegen oberflächlich verläuft, wie beim Menschen. Umgekehrt verhält es sich mit Gratiolet's pli de passage interne inférieur, die bei den meisten Affen (beim Menschen selten) oberflächlich, bei *Hylobates* und *Ateles* dagegen in der Tiefe verläuft.

Die Verschiedenheiten zwischen Großhirnwindungen bei Affen und Menschen beruhen demnach vorzüglich darauf, dass bei Affen gewisse Windungen nicht oder nur unvollkommen zum Vorschein kommen, welche sich beim Menschen immer finden. Die Windungen resp. die ihnen zu Grunde liegenden Faserzüge treten dabei aus der Tiefe des Markkörpers der Hemisphären hervor und breiten sich, allmählich an Ausbildung gewinnend, an der Oberfläche der Hemisphären aus.

Ph. Stöhr (Würzburg).

Bochefontaine, Influence de l'obstruction des artères coronaires sur les mouvements du coeur.

Revue internationale des sciences. nat. Tom. VIII. Nr. 10.

Im Anschluss an einen klinischen Vortrag von Sée über Angina pectoris teilt Verf. in vorliegender Vorlesung seinen Zuhörern die bisher bekannten Ergebnisse der Versuche über den Einfluss der Coronararterien auf die Herztätigkeit mit und stellt vor denselben selbst einige solche Experimente an. Er demonstrirte die lange Fortdauer der Tätigkeit eines abgebundenen oder aus dem Organismus entfernten Froschherzens. Am Kaninchen führt er eine Umstechung der art. coron. sin. aus und sieht, nach Ueberwindung vorübergehender Unregelmäßigkeiten, das Herz über 20 Minuten lang ruhig fortschlagen, entgegen v. Bezold, Samuelson und Cohnheim (vgl. Referat über des letztern Arbeit in Nr. 15 dieser Zeitschr.). Einem Hunde injicirt er Wasser, in welchem

Lycopodiumsamen suspendirt ist, in die art. coron. arterior. und beobachtet darnach Verlangsamung der Schlagfolge des Herzens, die von 120 auf 50 sinkt, ungleiche Ausgiebigkeit der Kontraktionen, der Femoralpuls ist kaum fühlbar. Nach 2 Minuten hören die rhythmischen Kontraktionen auf und beginnen die konvulsivischen Zuckungen der Herzsubstanz. Die Vorhöfe schlagen dabei ruhig fort. Ob die Erscheinungen gleichzeitig an beiden Ventrikeln auftreten ist nicht klar gesagt. Der Herzstillstand ist definitiv und irreparabel. — Unterbindung der art. coronaria posterior (dextra) bewirkt dieselben Erscheinungen, aber langsamer. — Dass diese Symptomenreihe beim Kaninchen nicht eintritt, erklärt Verf. durch dessen niedrigere Stellung im System, infolge deren die regelmäßige Funktionirung weniger an den Fortbestand der arteriellen Cirkulation gebunden sei. Beim Frosch tritt diese Tatsache in noch schlagenderer Weise hervor. [Diese „Erklärung" dürfte doch wol nur eine Umschreibung der Tatsachen darstellen. Ref.]. Für die Erklärung seiner Resultate schließt Verf. jede Beteiligung des Nervensystems aus; er recurrirt auf die Funktionsunfähigkeit der ihrer Blutzufuhr beraubten Muskelfasern, in deren anatomischer Anordnung er den Grund dafür findet, dass die Funktionsunfähigkeit eines Teils Stillstand des ganzen Herzens herbeiführen muss. — In den tatsächlichen Angaben über die Versuche an Hunden stimmt also Verf. mit Cohnheim überein; nur sind seine Versuche weit weniger exakt und weit weniger umfassend, und seine theoretischen Erklärungsversuche von Cohnheim widerlegt.

G. Kempner (Berlin).

Th. Weyl, Analytisches Hilfsbuch für die physiologisch-chemischen Uebungen der Mediciner u. Pharmaceuten in Tabellenform.

Berlin 1882. 30 S. mit 1 Tafel. 1 Mk. 40 Pf.

Verfasser gibt in 21 Tabellen, die sich durch übersichtliche und knappe Darstellung auszeichnen, den angehenden Medicinern und Pharmaceuten einen Leitfaden, der ihnen bei ihren ersten Uebungen im Laboratorium nützen und sie befähigen soll, jene Stoffe aufzufinden, welche im Organismus in größerer Menge vorkommen. Hierbei erschien ihm eine Begrenzung des Stoffes durch den Umstand geboten, dass die Mehrzahl der Mediciner den chemisch-physiologischen Uebungen nur eine sehr kurze Zeit widmet. Auch wurden nur diejenigen qualitativen Untersuchungsmethoden berücksichtigt, die bei Anwendung möglichst einfacher Apparate genügend genaue Resultate liefern. Verfasser glaubt, dass sein Werkchen den Anfänger über die Schwierigkeiten hinwegsetzen hilft, die ihm ein umfangreiches Handbuch entgegenstellt, und dass es ihn in passender Weise auf den Gebrauch eines solchen vorbereitet. Wir teilen diese Anschauung und glauben die treffliche Ausstattung der kleinen Schrift noch besonders hervorheben zu sollen.

Schmidt-Mülheim (Proskau).

Mit einer Beilage der Verlagsbuchhandlung H. Löscher in Turin.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt" bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut"** zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.

Autoren-Verzeichniss.

Adamük 306. 307. 309.
Adler 168. 611.
Afanasieff 298.
Agassiz 266. 268. 682.
Allman 593.
Ambronn 765 u. fg.
Areschoug 324. 325. 328.
Arnold 284. 285. 498.
Auerbach 663. 666. 725. 752 u. fg.
Avenarius 637.

Babuchin 690 u. fg.
Balbiani 296.
Balfour 21. 22. 136 u. fg. 459. 528.
Baer, v., 105.
Baranetzky 516. 521.
Barbieri 643.
Bardeleben 55.
Barrande 683. 716.
Barrois 206.
De Bary 291. 323. 356. 484. 489. 581.
Bassett 169.
Batalin 164.
Beaumont 315.
Béchamp 12. 473. 703.
Becker 239 u. fg.
Béclard 380.
Beneden, E. van, 176.
Bernard 590.
Bernstein 282.
Bert 212. 476.
Berthold 289 u. fg., 321 u. fg. 353 u. fg. 417 u. fg.
Bertkau 713.
Berzelius 352
Bessel 655.
Bezold, v., 301. 476.
Biedermann 298 u. fg. 746. u. fg.
Bieletzky 743 u. fg.
Billroth 12. 152.
Birkner 304.
Bischof 284. 531 u. fg. 767.
Bizzozero 702.
Bleile 349.
Bleuler 154 u. fg.
Blochmann 591.
Blondlot 315.
Bochefontaine 767.
Böhm 518.
Du Bois-Reymond 221. 282. 300. 690 u. fg.
Bokorny 193 u. fg., 589.
Bolau 448.
Boll 222. 274. 332. 334. 374. 601. 701.
Bonaparte 111.
Bonnier, Gaston 131 u. fg.
Booker 215.
Bornet 527.
Borodin 9.
Borscow 358. 489. 520.
Böttcher 445.
Brady 599.
Branco 684.
Brandt, K. 524 u. fg. 646.
Brauer 455.
Braun, A. 291. 323. 327. 419.
Braun, M. 103. 137.
Braune 399.
Brautlecht 574.

Breuer 214. 430.
Brock 14 u. fg. 683.
Brown-Séquard 440. 443.
Brugsch 264.
Brunn, v. 137.
Brücke 54. 158. 313. 318. 334. 342 449. 522. 577.
Brügger 640.
Buccola 659. 662. 724. 753 u. fg.
Buchner 413 u. fg.
Buck 203.
Buhl 410.
Bunge 59. 60.
Burdon Sanderson 12. 151.
Burkart 188.
Burmeister 290.
Busch 315.
Bütschli 80 u. fg. 294 u. fg. 591.

Calberla 22. 206.
Capranica 351.
Cario 667.
Carlet 407 u. fg. 431 u. fg.
Carpenter 380.
Carrière 677.
Carter 358.
Celakowski 419.
Certes 205.
Charcot 141. 380.
Chevreul 351.
Chiaje, delle 111. 690.
Chomjakoff 575.
Chotzen 252.
Christiani 214.
Chun 236. 237.
Ciaccio 265. 622.
Cienkowski 321. 325. 484. 581.
Claparède 55. 596.
Cocco 111.
Cohn 114. 291. 321. 491.
Cohnheim 410. 476. u. fg. 542. 767.
Collet 181.
Cooper, Astley 342. 345.
Corti 486. 514.
Corvisart 315.
Costa 332.
Cramer 324.
Credner 611.
Crum Brown 440.
Cuboni 254.
Cuvier 111.
Cyon 441. 445.

Dansky 85.
Darwin, Ch. 3. 129. 161 u. fg. 244. 423. 449 u. fg.
Darwin, Erasmus 133.
Darwin, Fr., 33 u. fg., 161 u. fg. 609.
Daubeny 76.
Decaisne 290. 327. 382.
Delpino 130.
Denissenko 329 u. fg. 376 u. fg.
Desroe 103.
Dewar 222.
Dewitz 456.
Dietl 727.
Dippel 490.
Dobrowolsky 333.
Dodel 293. 294. 322. 324. 325. 327. 354.
Donders 602 u. fg. 659. 752.
Doenhoff 62.
Draper 76.
Drasch 208 u. fg.
Drechsel 472 u. fg.
Drosdoff 343. 348.
Dursy 40. 49.

Eberth 571 u. fg.
Ebner, v. 134.
Eckhard 298. 301. 305.
Ehrenberg 202. 647.
Eimer 83. 549 u. fg.
Emery 527.
Engelmann 223. 304. 376. 489. 588. 749 u. fg.
Entz 646 u. fg.
Ercolani 104 u. fg. 185.
Erichson 475.
Eschscholtz 266.
Eulenburg 148.
Ewald 743.
Exner 27 u. fg. 627 u. fg. 656 u. fg.

Falkenberg 353. 355.
Famintzin 517.
Fano 735.
Faraday 695.
Fechner 155.
Ferrier 380. 626.
Fick 284. 559.
Fiquet 270 u. fg.

Flechsig 83.
Fleischmann 382.
Flemming 52. 135. 206. 375. 382. 457. 496.
Fleischl, v. 283. 305. 499 u. fg. 614.
Flourens 89. 90. 94. 115. 438. 445.
Forster 59.
Foville 140. 380.
Fraas 548.
Fraipont 427.
Francotte 429.
Frank 33. 161. 165. 518.
Fräntzel 572.
Frey 62. 331. 380.
Fritsch 138. 469. 612. 691 u. fg.
Frommann 579.
Fuchs 615.
Funke 302.

Gaule 55. 529 u. fg.
Gegenbaur 596.
Gerlach, Leo 21 u. fg. 38 u. fg.
Giard 176. 178. 180.
Gibbes 25. 26.
Gierke 90. 92. 93.
Gmelin 342
Goebel 329.
Golgi 430.
Goltz 439.
Gorazankin 324.
Gorup-Besanez, v. 9. 391.
Gosse 315.
Goette 41. 44. 46. 285.
Gottsche 274 u. fg.
Grawitz 413 u. fg.
Greeff 203.
Grenacher 272.
Gruber 79. 608.
Graham 213. 215.
Grünhagen 251. 283. 298. 305.
Grützner 304.
Gudden 141. 143. 469.
Gümbel 546.
Günter 147.
Gyergyai 348. 559.

Häckel 265 u. fg.
Hall, Marshall 115.
Haller 342. 734.
Hallez 234. 239.
Hälstén 281. 282. 283.
Hammarsten 479.
Hannover 718.
Hansen 97 u. fg.
Hanstein 582. 674.
Harless 299. 304.
Hartig 101. 168.
Hartmann 656.
Heddaeus 306. 312.
Heidenhain 146. 148. 191. 252. 282. 443. 522. 580.
Helmholtz 333. 500 u. fg., 603. 656.
Hennegui 325.
Henle 135. 399. 401.
Henschen 252.
Hensen 22. 24. 48. 306. 423. 613.
Hering 189. 190. 212. 214. 301. 505 u. fg. 743.
Hermann 284. 298.
Hertwig 18 u. fg. 237. 457.
Heynsius 479.
Hildebrandt 130. 421. 641.
Hirsch, (Astr.) 658.
Hirschberg 602.
His 25. 41. 285. 379. 615. 617. 704.
Hitzig 469.
Hoffmann 333. 379.
Hofmeister (Botan.) 161. 289. 488. 514. 578. 584.
Hofmeister (Physiol.) 562 u. fg.
Högyes 216 u. fg.
Holm 351.
Holmgren 221. 222. 602.
Hönigschmied 664. 670. 729. 753 u. fg.
Hoppe-Seyler 95. 227. 314. 653. 743.
Hörnes 715 u. fg.
Horváth 608.
Hoyer 617.
Humboldt, A. v. 302. 693.
Huschke 285.
Huxley 368. 459.
Hyrtl 651.

Ibsen 686.
Ihering, v. 685.
Jterson 749 u. fg.
De Jaager 659.
Jaffé 253.
Jaksch 227.
Janke 270 u. fg.
Jeanneret 11.
Johannides 239.
Joly 372.

Jordan 392 u. fg.
Julin 427.
Juranyi 294.
Jürgensen 153.

Kant 638.
Karpinski 710.
Keferstein 176. 234.
Klebs (Botan.) 225 u. fg. 292. 326. 481 u. fg. 513 u. fg., 577 u. fg.
Klebs (Pathol.) 254. 571. u. fg.
Klein 59. 114. 135. 498. 742.
Koller 40.
Kölliker, v. 22. 44. 48. 137. 240. 284. 287. 301. 334. 380. 464. 498.
Kossel 408.
Kostenitsch 85.
Kowalewsky 21. 22. 236. 239. 266.
Kraepelin 654. 721. 751.
Krasan 733.
Krätzschmar 676.
Kraus 257 u. fg.
Krause 25. 330. 461. 465. 576.
Kries, v. 122. 508. 621. 663. 671. 725 752 u. fg .
Krohn 266. 268.
Kronecker 93.
Kühne 196. 201. 222. 301. 313. 314. 315. 329. 331. 347. 480. 484. 514. 618.
Kuhnt 374. 376.
Kunkel 126. 386 u. fg.
Kussmaul 29.
Kützing 291.

Lalesque 542 u. fg.
Lamarck 547.
Landois 96. 148 269.
Lang 734.
Langendorff 92. 212. 305.
Langerhans 463.
Lanzi 255.
Lebert 711.
Leeser 305 u. fg.
Legallois 89. 94. 115.
Lehmann 154 u. fg.
Lesser 342.
Letzerich 574.
Leuckart 111.
Leyden 150. 151.
Leydig 111 u. fg. 136. 274. 332. 373.
Lieberkühn 296.
Liebermeister 150. 151.
Liebig 352.
Lindstroem 107. 110.
Lister 342.
Litten 145. 252. 542.
Longet 380.
Lotze 374.
Lovén 123 u. fg.
Loew, Oskar, 193 u. fg. 589.
Loewe 621.
Lubavin 314. 409.
Lubbock, Sir John 207.
Lucae 437.
Luchsinger 283.
Ludwig, C. 251. 343.
Ludwig, Hub. 427.
Lunin 59.
Luschka 285. 400.
Lussana 380.
Lustig 143.
Luys 140.

Macé 509 u. fg.
Mac Jntosh 176.
Mac Kendrick 222.
Mac Leod 429.
Mac Munn 253.
Magendie 59. 342. 440. 443. 625.
Malmgren 596.
Maly 253. 351.
Marchiafava 254.
Marey 542. 699.
Markwald 93.
Marsh 359 u. fg.
Martin 342.
Maskelyne 654.
Matteucci 696.
Mattirolo 739 u. fg.
Meckel, Joh. Fr. 285.
Meissner 314. 315. 409. 462.
Menge 710.
Mereschkowsky 490.
Mering, v. 343. 349.
Metschnikoff 176. 177. 178. 179. 180.
Meyer, E. 133 u. fg.
Meyer, H. v. 401 u. fg., 431 u. fg.
Meyer, Wilh. 571 u. fg.
Meynert 306. 380. 465. 468.
Michaelis 240. 332.
Michel 379. 735.
Miclucho-Maclay 384.
Miescher 227. 408.

Mihalkovicz 464.
Mitchell, Weir 300.
Mohl 291. 580.
Möhlenfeld 314.
Moseley 107. 111.
Montgomery 589.
Mulder 217. 313. 352.
Müller, Fritz 130. 170. 615.
Müller, H., (Botan.) 3 u. fg. 129 u. fg.
Müller, H., (Anat.) 240. 334.
Müller, Joh., 115. 235. 273.
Müller, O. F., 356.
Müller, W. 285. 330. 376.
Mundé 565.
Munier-Chalmas 547.
Munk H. 30 u. fg., 335. 411. 469. 626.
Munk, Im. 158. 381 u. fg.
Muntz 703.

Naegeli 49. 202. 289. 291. 413. 487. 514. 578. 583.
Naunyn 145.
Nencki, v. 10 u. fg. 315. 575.
Nettleship. 240.
Nicati 509 u. fg.
Nicholson 107.
Nothnagel 380.
Notthaft 278 u. fg.
Nussbaum 135.
Nussbaumer 155.
Nylander 740.

Obersteiner 471. 724. 754.
Owen 512.
Owsjannikow 133. 146.

Pansch 399 u. fg.
Panum 475.
Pasteur 10. 11.
Paulsen 637.
Pautinsky 252.
Peremeschko 52. 87.
Peroncito 255.
Perrier 593 u. fg.
Peyrani 380. 599 u. fg.
Pfeffer 8. 9. 76. 164. 454. 578.
Pflüger 186. 193. 304. 675.
Pierret 498.
Pintner 269.
Plosz 227. 410. 559.
Prazmowsky 656.
Preiss 264.
Preyer 186. 333.
Pringsheim 65 u. fg. 290. 294. 322. 326. 327. 355. 420. 483.

Quatrefages 205. 206.
Quinke 145.

Radlkofer 290. 291.
Radziejewsky 315.
Rajewski 265.
Ranke 303. 304.
Ranvier 462. 613 u. fg. 701.
Rathke 285.
Rauber 430.
Recklinghausen, v. 617. 620.
Reinke 324. 353. 520. 578. 674.
Remak 285.
Renaut 462. 489.
Retzius 446. 619. 678.
Ribot 60.
Richet 704. 736.
Rindfleisch 410 u. fg.
Ritter 473.
Ritthausen 8. 9.
Rodewald 674.
Rokitansky, v. 91.
Roller 141. 470.
Rollett 183. 430. 618.
Rominger 107.
Romiti 184.
Rosenberg 459.
Rosenthal 88 u. fg. 115 u. fg. 185 u. fg. 211 u. fg.
Rossbach 204.
Rossmaessler 395. 399.
Rostafinski 323. 324. 325. 327.
Rothholz 717 u. fg.
Roussy 475.
Roux 241 u. fg.
Rüdinger 399.
Runge 186.
Rüte 274.

Sachs (Bot.), 34. 36. 49. 76. 161. 165. 386. 419. 430. 514. 609.
Sachs (Phys.), 689.
Salkowski 314.
Salter 715.
Salvioli 479. 702.
Salzer 374.

Sandberger 683.
Santorini 140.
Sars 266.
Schacht 289. 290.
Schelske 302.
Schiff 89. 212. 380. 440. 443.
Schimper 49 u. fg.
Schleiden 289. 481.
Schlemm 622.
Schmidt, Al. 479.
Schmidt, Osk., 103. 277.
Schmidt, P., 517.
Schmidt-Mülheim 312 u. fg. 341 u. fg. 558.
Schmitz 293. 357. 417 u. fg. 579.
Schneider, Aimé, 82. 83.
Schroeder, v. 58.
Schultze, F. E. 103. 457.
Schultze, Fr., 636 u. fg.
Schultze, Max 196. 202. 274. 331. 376. 489. 578.
Schulthess-Rechberg 476 u. fg.
Schulze, E. 7 u. fg., 643.
Schwalbe 56. 445.
Schwann 481. 613.
Schwartz 117. 186.
Schweigger-Seidel 26.
Schwendener 527. 585.
Selenka 103. 206. 229 u. fg. 492 u. fg.
Selmi 703.
Semper 398.
Senator 146. 151.
Serres 380.
Sertoli 134.
Setschenow 305.
Sewall 122. 330.
Siebold v. 265. 268. 490.
Sluiter 425 u fg.
Smith 191.
Solms-Laubach, Graf v. 418 u. fg.
Sprengel 129.
Stahl 262 u. fg. 517. 737 u. fg.
Stannius 460. 529.
Steenstrup 266.
Stein 82.
Steiner 222. 544.
Steinmann 548.
Stieda 284 u. fg.
Stilling, D. 333.
Stilling, J. 139. 141.
Stossich 206.
Strasburger 80. 229. 293. 322. 325. 357. 375. 417. 457. 517. 578.
Suppanetz 229. 324. 326.
Swän 621.
Szpilmann 575.
Tartuferi 142.
Teichmann 63.
Thanhoffer, v., 349.
Thiry 315.
Thoma 264.
Thudichum 253. 351.
Thuret 289. 291. 327. 328. 354. 355. 419.
Tiedemann 342.
van Tieghem 609.
Tigerstedt 281. 298.
Todaro 595.
Tomaszcewicz 441.
Tommasi-Crudeli 254.
Tomsa 462.
Tornöe 181.
Traube, Ludwig 187.
Trembley 593.
Treviranus 486. 517.
Tscheschichin 148. 150.
Türk 380.
Tumas 704.
Valentin 298. 440.
v. La Valette St. George 17. 133 135.
Vaucher 291. 356.
Vayssière 372. 380.
Velten 486. 515. 519. 521. 582.
Verrill 645.
Vierordt 407. 435 u. fg.
Vintschgau, v. 664. 670. 727. 753 u. fg.
Virchow, R. 410.
Virchow, H. 717 u. fg
Vöchting 36. 38.
Voigt 430.
Völkers 306. 307.
Volkmann 115. 118.
Vosmaer 103.
Vries, de 34. 35. 36. 515.
Vulpian 380. 475.
Wagner, J. 140.
Walcott 106.
Waldeyer 264. 618.
Wallace 244.
Weber, Gebrüder 93. 299. 403 u. fg. 432 u. fg.

Welcker 479.
Wegner 309.
Weiske 59. 382.
Wernich 417.
Wernicke 30. 139. 141. 436 u. fg.
Westermaier 705 u. fg.
Weyl 768.
Wiedersheim 359 u. fg. 364. 461.
Wiesner 161. 449 u. fg. 610.
Wilckens 61.
Willemoes Suhm, v., 112. 207.
Wölfler 284 u. fg.
Wood 145 u. fg.
Wortmann 386. 609. 675.
Wundt 59. 155. 157. 282. 302. 533. 663. 723 u. fg. 753 u. fg.
Wydwozoff 498.

Young 333. 500 u. fg.

Zacharias 227 u. fg.
Zawinski 343.
Zenker 145.
Zuckerkandl 650.

Sachregister.

A.

Abdominaltyphus, Bacillus des 571.
Adventivbildungen bei Pflanzen 97.
Algen, grüne 292; braune 327; Sexualität der 292; Befruchtung der 289, 321, 353, 417; fossile 545; Zusammenleben der A. mit Tieren 524.
Allantoin in Pflanzen 643.
Alter, Einfluss des, auf die Reaktionszeit 730.
Alpenblumen, Befruchtung der, durch Insekten 3 u. fg.
Ameisen, Farbensinn der 207.
Amnesie 60.
Ammoniten 683.
Anaerobien 11.
Angor pectoris 475.
Apheliotropismus 165.
Apnoe 118, 121, 724.
Aricia foetida, Flimmerepithel der 55.
Arteria coronaria, Verschließung der 476, 767.
Ascidien, Hypophyse der, 423.
Asparagin, Abstammung des, in den Pflanzen 9.
Assimilationsparenchym der Pflanzen 262.
Atembewegungen 88, 115, 185, 211.
Atemzug, erster 116, 186.
Aethalium septicum, chemische Zusammensetzung des Protoplasmas von 673.
Atmung: In- und Exspirationscentrum 215; Einfluss der Med. obl. auf die A., 91; A. der Pflanzen 69; intramolekulare 386.
Auerbach'scher Plexus 208.
Aufmerksamkeit, Einfluss der, auf die Reaktionszeit 723.
Auge:
Anatomisches: Gefäße der Chorioidea 767; Hornhaut 613; Iris 735; Gefäße der Macula lutea 239; Membr. Descemet. 261, 616; Anzahl der Nervenfasern des Opticus 374; Netzhaut 374; Blutgefäße 329; Anzahl der Zapfen 375; Zapfen nächtlicher Tiere 331.
Physiologisches: Rindenfeld für die Augenmuskeln 632; Wirkung des Chloroforms auf die Pupille 311; Einfluss des Nervensystems auf die Augenbewegungen 216; Pupillarbewegung 306; elektrische Erscheinungen an der Netzhaut 220.
Pathologisches: Myosis, Mydriasis 311; Iritis 735.
Augen der Fische 717.
Augen, „schlafende", bei Pflanzen 101.
Aurelia aurita, Metagenesis der 265.
Auxispondyle Tiere 480.
Auxosporen 358.
Augenbewegungen, associirte 216.
Augenmuskeln, Rindenfeld für die 632.

B.

Bacillus des Abdominaltyphus 571.
Bacillus malariae 254.
Bandwürmer, Entwicklung der 268.
Begleitvenen 55.
Bewegungsvermögen der Pflanzen 161.
Blastoderm und seine Schichten 38.

Blepharoceriden 455.
Blut, Gerinnung 563; Hämoglobingehalt 702; Eiweißstoffe im -Serum 479.
Blutextravasate, Eisen nach 126.
Blutkörperchen u. Cytozoen 529.
Blutkörperchen, Einfluss von Zucker und Salzen auf die roten 183.
Bogengänge, Funktion der 438.
Bowman's Tubes 615.
Branchiosaurus gracilis 611.
Brombeeren, Wurzelwachstum der 37.
Brütapparat 96.
Bryozoen 594.

C.

Callusbildung 100.
Centrum: Atem- 89; vasomotorisches 146; für In- und Exspiration 215; Krampf- 119; Wärmehemmungs- 148, 150; für den Gehörsinn 30, 339.
Cercarien 105.
Cestoden, Exkretionsorgane der 427.
Chloroform, Wirkung des, auf die Pupille 311.
Chlorophyll (chem.) 94.
Chlorophyllan 95.
Chlorophyllfunktion in der Pflanze 65 f.
Chlorophyllkörper, Bewegung der 519.
Chlorophyllkörper bei Tieren 525, 646.
Chorda dorsalis, Entstehung der, 21 u. fg., 38 u. fg.
Chorda, Loslösung der, v. Entoderm 48.
Chordaanschwellung 49.
Chordawulst 46.
Chorioidea, Gefäße der, 717.
Cirkulationsströmung des Protoplasmas 484.
Circumnutation 162, 450, 610.
Coelomtheorie 18.
Conjugaten, Fortpflanzung der 356.
Cora pavonia 740.
Cornea s. Hornhaut.
Coronararterien und Herz 476, 767.
Cotyledonen 34.
Cynipiden 171, 174.
Cytozoen 529.

D.

Dalmanites 715.
Darmverdauung 319.
Demen 598.
Desinfektion 447.
Desmidiaceen, Einfluss des Lichts auf die, 519.
Diaheliotropismus 33, 35, 165.
Diatomeen, Fortpflanzung 356; Bewegung 489.
Dichromatinsäure 95.
Dictyna benigna, Begattung der 710 u. fg.
Dicyemiden 175.
Dinosaurier 363.
Dipteren, Wanderung der 549.
Doppelspektroskop 602.
Dotterpigmente 351.
Dünndarm, Nerven im 208.
Dyspnoe 121.

E.

Echidna hystrix, Eier der 512.
Echinodermen, Wassergefäßsystem 677.
Ectocarpus siliculosus 353, 355.
Eierstöcke, Lage der 704.
Einhufer, fossile 362.
Eisen nach Blutextravasaten 126.
Eiweißkörper, Peptonisirung der 318.
Eiweißumsatz bei Pflanzen 7 u. fg.
Eiweiß, Wanderung des, durch den Tierkörper 312, 341, 558.
Eiweißstoffe im Blutserum 479.
Elektricität, Einfluss der, auf Gärungen 736; auf d. Plasmabewegung 522.
Elektrisches Organ 689 u. fg.
Enterocoelier 19.
Eohippus 361.
Epinastie 34.
Ermüdung, Einfluss der, auf die Reaktionszeit 725.
Ernährung, Einfluss der, auf die Milchbildung 381.
Euglypha alveolata, Teilung der 79.
Eupnoe 121.
Exkretionsorgane der Trematoden und Cestoden 427.
Exspirationscentrum 215.

F.

Facettenaugen, Funktion der 272.
Falterblumen 4, 5.
Farbenblindheit 504, 510; Apparate zur Untersuchung der F. 602 u. fg.

Farbentheorie von Young und Helmholtz 333, 500; F. von Hering 505.
Farbenwahrnehmung, Theorien über die 499.
Farbstoffe d. Harns u. d. Galle 253.
Fäulnissbakterien 12.
Fieber, Symptome des 145; Temperatursteigerung im F. 150.
Fierasfer 527.
Fische, Augen der 717; Augenähnliche Organe der F. 111; Kopfniere der F. 459, 527.
Fischpsorospermien 294.
Flechten 739.
Flimmerepithel 55.
Florideen, Befruchtung der 418.
Foraminiferen 599.
Forel'scher Körper 140.
Fühlsphäre 336.

G.

Galle, Farbstoffe der 253.
Gallwespen, Generationswechsel der 168.
Gang, natürlicher 407.
Ganglienzellen, Anzahl der, in der Großhirnrinde 533.
Gärungen, Einwirkung des Sauerstoffs auf G. 653; der Elektricität 736.
Gastraeatheorie 593.
Gedächtniss, Krankheiten des 60.
Gehen, Mechanik des 401.
Gehirn: Histologie des 464; spec. Gew. 535; Blutgehalt 539; Urwindungen 464; des Gorillas 767.
Gehirnkrankheiten 463.
Gehörssinn, Lokalisation des, in der Großhirnrinde 30.
Generationswechsel 168, 266.
Gentiana, Stammform der 4.
Geotropismus 34, 167, 452, 521.
Geschlecht, Vorausbestimmung des, beim Rinde 270.
Gesichtssinn, Rindenfeld des 634.
Glandula carotica, thymus, thyreoidea, Entwicklung der 284.
Gleichung, persönliche 655, 659.
Graptolithen 593.
Gregarinen, Fortpflanzung der 80.
Großhirn, Leitungsbahnen 83; Anzahl der Ganglienzellen 533.
Großhirnrinde: Funktionen der 27, 31, 335, 627; Verhältniss zur Intelligenz 338; Hörsphäre der 30, 339; Rindenfelder der 28, 630.
Grundfarben 502.
Gymnotus electricus 689 u. fg.

H.

Hämoglobingehalt, Schwankungen des 702.
Harn 251; der Paralytiker 703.
Harnfarbstoffe 253.
Harnsäure, Bildung der 58.
Harnstoff, Bildung des 472.
Harnstoff und Sympathicus 599.
Hassal'sche Körperchen 286.
Haustiere 61.
Haut, Lymphsystem der 742.
Havers'sche Kanäle 615.
Heliotropismus 34, 165, 452.
Hemmungsvorgänge u. -Nerven 93.
Hermella alveolata, Entwicklung der 205.
Herz und Coronararterien 476, 767.
Herz, Hemmung des 93.
Heubacillen 416.
Hipparion 361.
Holothurien 425, 427.
Hornhaut: Bindegerüste 613; Durchsichtigkeit 614; Bindegewebszellen 616; Säftecirkulation 618; Wanderzellen 619; Vogelzellen 619; Epithel 620; Nerven 622, 624.
Hörsphäre 32, 339, 340.
Hummelblumen 4, 5.
Hybridbildung bei Pflanzen 608.
Hydra viridis 593.
Hydrophilus piceus, Muskelfasern des 350.
Hypochlorin 66.
Hypogenesis 266.
Hyponastie 34.
Hypophyse der Ascidien 428.

I.

Infektionskrankheiten 413.
Infusorien, Teilung der 79.
Injektion mit Kitt 63.
Insekten, Wanderung 549, 555; als Befruchtungsvermittler der Pflanzen 3, 130.

Inspirationscentrum 215.
Intelligenz, Verhältniss der, zur Großhirnrinde 338.
Interrenalkörper 136.
Iris 735.
Iritis 735.

K.

Kanäle, halbzirkelförmige 438.
Keimblätter, Abstammung des mittlern 42; Entwicklung 85; der Planarien 230.
Kernfäden, chromatische und achromatische 228.
Kernmetamorphose 492.
Kitt als Injektionsmasse 63.
Kletterpflanzen 705 u. fg.
Klinostat 34.
Kolonien, tierische 593.
Kompasspflanzen 737.
Kopfdarmhöhle, Entstehung der 47.
Kopffalte 47.
Kopfniere der Fische 459, 527.
Korallen 107, 594.
Krampfcentrum 119.
Kranzarterienverschließung 476, 767.
Kropf, Entwicklung des 284.
Kühe, Milchergiebigkeit der 383.

L.

Labyrinthodonten 611.
Lactuca Scariola, Stellung der Blätter zum Licht 737.
Laryngeus superior 188, 211.
Lebensdauer der Tiere 62.
Leuchtorgane bei Fischen 112.
Leucin fehlt in Pflanzenkeimen 8.
Leucophyllkörner 51.
Libellen, Wanderung der 549.
Lichtempfindungen, zwangsmäßige 154.
Lichtwirkung auf die Pflanze 65, 262, 519.
Lieberkühn'sche Drüsen 210.
Lipospondyle Tiere 480.
Lithothamnium 546.
Lokalisation der Funktionen der Großhirnrinde 27, 30, 335, 627.
Lokalzeichen 374.
Lungenkreislauf 542.
Lungenvenen, Anastomosen der 650.
Luys'scher Körper 140.
Lunge, Lymphbahnen in der 498.
Lutein 351.
Lymphbahnen der Haut 742.
Lymphe, Eiweißstoffe in der 479.
Lymphgefäße 499.
Lymphsystem der Haut 742.

M.

Macula lutea, Gefäße 239.
Malaria 254.
Materialismus 636.
Medulla oblongata, Beziehungen der, zur Atmung 91.
Meissner'scher Plexus 208.
Membrana Descemetii 264, 616.
Meriden 597.
Mesenchym 18.
Mesoderm, Bildung des, nach Peremeschko 87.
Metamorphose der Planarien 235; des Zellkerns 492.
Meynert'sche Commissur 140.
Mikrokokken in gesunden Geweben 12.
Mikroskop 62.
Milben, Mundteile der 734.
Milchbildung 381.
Miliartuberkulose 412.
Millon'sches Reagens 50.
Monticulipora, Bau der 107.
Morosaurus 371.
Mucorineen 609.
Muraenoiden, Geschlechtsorgane der 14.
Muscheln, Einfluss des Wassers 392; Wirbelcorrosion 393.
Muskeln, quergestreifte 349; Sarkolemm 349; Varietäten 608; Kontraktion 123; elektrische Reizbarkeit 749.
Muskeln, glatte, Nervenendigung in den 143.
Mydriasis 311.
Mykoprotein 13.
Myosis 311.
Myxosporidien 295.

N.

Nachbilder, Erklärung der 503.
Nahrungsstoffe, anorganische 59.
Najaden, Einfluss des Wassers auf die 392.
Nautiliden 684.

Nebennieren, Entwicklung der 136.
Nebenschilddrüsen 288.
Nerven:
Anatomisches: Endigung in den glatten Muskeln 143; in den quergestreiften 349; Nervenendplatte 350; Ursprung des Glossopharyngeus 470; des Opticus 138; Anzahl der Nervenfasern im Opticus 374; der Hornhaut 624; Nervenendigung in den Tastkörperchen 462; Nerven im Dünndarm 208.
Physiologisches: Vagus und Atmung 186, 212; Sympathicus und Harnstoff 599; Laryngeus superior 188, 211; Hemmungsnerven 93; pupillenerweiternde 308; Reizung 281, 298, 301; Veränderung der Erregbarkeit 746; Geschwindigkeit der N.-Leitung 656.
Nervenenergie, specifische 499.
Nervensystem, Einfluss auf die Augenbewegungen 216.
Netzhaut s. Auge.
Niere 58; Flimmern des Nierenepithels 114.
Noeud vital 89.
Nuclein 408; Entdeckung des 544; im Zellkern 227.
Nyktitropismus 164.

O.

Ohr, Labyrinth 686; Entwicklung der Schnecke 687.
Ornithosceliden 364, 366.
Orohippus 361.
Orthonectiden 175.

P.

Pallisadenparenchym 262.
Pankreasfermente 703.
Paraheliotropismus 165.
Paralytiker, Harn der 703.
Parthenogenesis 423.
Pepton 313; Abzugsbahnen 341; Einfluss auf die Blutgerinnung 563; Verhalten gegen Lymphe 735.
Perceptionszeit 661.
Perissodactyli 360.
Perizonium 358.
Pferd, fossiles 361.
Pflanzen: Befruchtung durch Insekten 3, 130; Hybridbildung 608; Bastarde 640; Chlorophyllfunktion und -körper 65, 94, 519; Eiweißumsatz 7; Allantoin 613; Asparagin 9; Atmung 69, 356; Bewegung 161, 449; Einfluss des Lichts 262; der Schwerkraft 521; Wasserverteilung 257; Schling- und Kletterpfl. 705; Kompasspfl. 737; Lebensdauer 641; Adventivbildung 97.
Phacops 715.
Phenylamidopropionsäure 613.
Phonismen 157.
Photismen 155, 156.
Phylloporphyrin 95.
Planarien, Keimblätter 230; Metamorphose 235; Verwandtschaft mit den Ctenophoren 236; mit den Nemertinen 239.
Plasmodien, Bewegung der 482.
Plastidenstock 593.
Plastin 674.
Pleuragrenzen 399.
Primitivstreif 86; Kopffortsatz des 44.
Prosopistoma punctifrons 372.
Protococcaceen, Entwicklung 225.
Protoplasma, Unterschied zwischen lebendigem und totem 193; Kontraktilität 584, 588; Einfluss äußerer Agentien auf die Bewegung 514, 516, 522; Cirkulationsströmung 484; Rotationsströmung 486; innerer Bau 578; netzförmige Struktur 579; Zusammenhang von Bau und Bewegung 577.
Protozoen, Färbung lebender 202.
Pseudocoelier 19.
Pseudonavicellen 81.
Psorospermien bei Arthropoden 83.
Pupille, Wirkung des Chloroforms 311.

R.

Reaktionszeit, einfache 654, 660; bei Irren 724; Einfluss der Aufmerksamkeit auf die 723.
Redien 105.
Retina s. Auge.
Reize, Summirung untermaximaler 121.
Rhizopoden, Teilung der 456.
Rindenfelder der Großhirnrinde: absolute und relative 28; tactile 634; mo-

torische 635; Intensität 629; Abklingen 636; des N. facialis 631; der Augenmuskeln 632; der Sprache 633.
Rotationsströmung des Protoplasmas 186.
Rotliegendes 611.
Rumpf, Verhalten beim Gehen 433, 437.
Rusconischer After 19.

S.

Salze, Wirkung der, auf die roten Blutkörperchen 183.
Sauerstoff, Einwirkung des, auf Gärungen 653, 736.
Sauerstoffausscheidung der Organismen 223.
Säugetiere, Ovarium der 429.
Säugetiermuskel, Temperatur des gereizten 191.
Sauropoden 364.
Schilddrüse, Entwicklung der 284.
Schimmelpilze, Züchtung und Umwandlung der 414.
Schimmelvegetationen im Tiere 413.
Schlingpflanzen 705 u. fg.
Schmetterlinge, Wanderung der 555.
Schwämme, Fortpflanzung der 103.
Schwankung, negative 300; des Netzhautstroms 221.
Schwärmsporen der Algen 323; Bewegung der 488.
Schwerkraft, Einfluss auf Pflanzen 521.
Scylliden, Fortpflanzung der 448.
Scytosiphon lomentarium 353, 355.
Seelenblindheit 32, 337.
Seelentaubheit 32.
Seeplanarien, Entwicklung der 229.
Seewasser, Luft im 181; CO_2 im 181.
Sehen, musivisches 274.
Sehpurpur 222, 329.
Sehsphäre 31, 337.
Sehsubstanz 506.
Sekundärempfindungen 155 u. fg.
Silphium laciniatum 737.
Somatotropismus 610.
Spaltpilze, Lebensfähigkeit der 10.
Spermatozoen 26; Spiralsaum der 25; Entstehung 133; Eindringen in das Ei 422.
Spinnen, Begattung der 710.
Splanchnicus, Wirkung des 213.
Spongien, Fortpflanzung der 103.
Sprache, Rindenfeld für die 633.
Staphyloma posticum 717.
Stärkebildner, Form der 51.
Stärkekörner 49, 50.
Station, biologische, in Australien 384.
Stegocephalen 611.
Stegosaurier 364.
Stegosaurier, Sacralhirn der 461.
Stoffwechsel, Uebereinstimmung des pflanzlichen und tierischen 385.
Strychnintetanus 123.
Suprarenalkörper, Entwicklung der 136.
Sympathicus u. Harnstoff 599.
Syrskisches Organ 14.

T.

Tastkörperchen, Nervenendigung in den 462.
Teleostier, Kopfniere der 527.
Temperatur, Einfluss der, auf die Protoplasmabewegung 514.
Temperatursteigerung im Fieber 150.
Thalami optici, Funktionen der 380.
Thysanozoon Diesingii, Metamorphose des 235, 492.
Tiefseefische im Eismeer 182.
Tiefseeforaminiferen 599.
Tiere, auxispondyle, ligospondyle 480; Chlorophyllkörper der 525, 646.
Tractus opticus, Ursprung des 138.
Tradescantia, Protoplasmabewegung in 486.
Transversalheliotropismus 33, 35, 165.
Traube'sche Fasern 189.
Trematoden, Entwicklung 104; Exkretionsorgane 427.
Trilobiten 106, 715.
Tristicha hypnoides 766.
Trittspur 432.
Trypton, Verhalten gegen Blut und Lymphe 735.
Tuberkulose 410.
Tunicaten 594.
Typhus 571.

U.

Ultramarin im Schnee 576.
Unionen, Fluss- und See- 397.

Unterscheidungszeit 754.
Urin s. Harn.
Urobilin 253.
Urwirbelplatten 47.
Urwirbelspalte, Auftreten der 47.
Urzeugung 733.

V.

Vacuole, pulsirende, ein Exkretionsorgan 204.
Vagus, Einfluss des, auf die Atmung 186, 212 u. f.
Vanessa Cardui, Wanderung der 555.
Varietäten der Muskeln 608.
Venenklappen 55.

W.

Wachstum von Pflanzenschnitten 35.
Wärmehemmungscentrum 148, 150.
Wärmeregulation 145.
Wasser, Einfluss auf die Muscheln 392.
Wassergefäßsystem der Mollusken 677.
Wasserverteilung in der Pflanze 257.
Wimperwurzeln 55.
Wirbellose, Harnsäure bei 58.
Wirbelsäule, Haltung der, beim Gehen 407.
Wolff'scher Gang, Entwicklung des 85.
Worttaubheit 29.
Würmer, Copulation der 734.
Wurzelwachstum der Brombeeren 37.

Y.

Yakbastarde, Fruchtbarkeit der 256.

Z.

Zeit, physiologische 657.
Zellkern, Teilung des 52; chemische Beschaffenheit 227, 409.
Zellsaft der Pflanzen und seine Inhalte 260.
Zitteraal 689 u. fg.
Zoiden 588.
Zoochlorella 526.

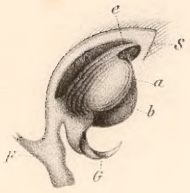


Fig. 1.

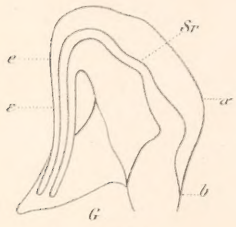


Fig. 4.

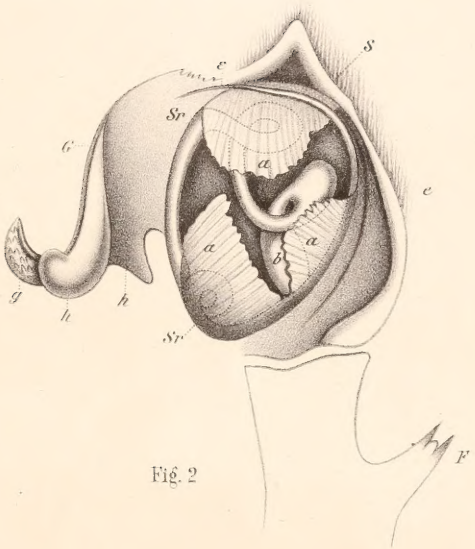


Fig. 2

Fig. 5.

Fig. 6.

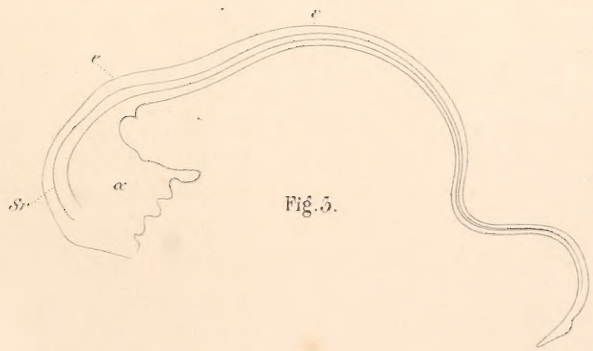
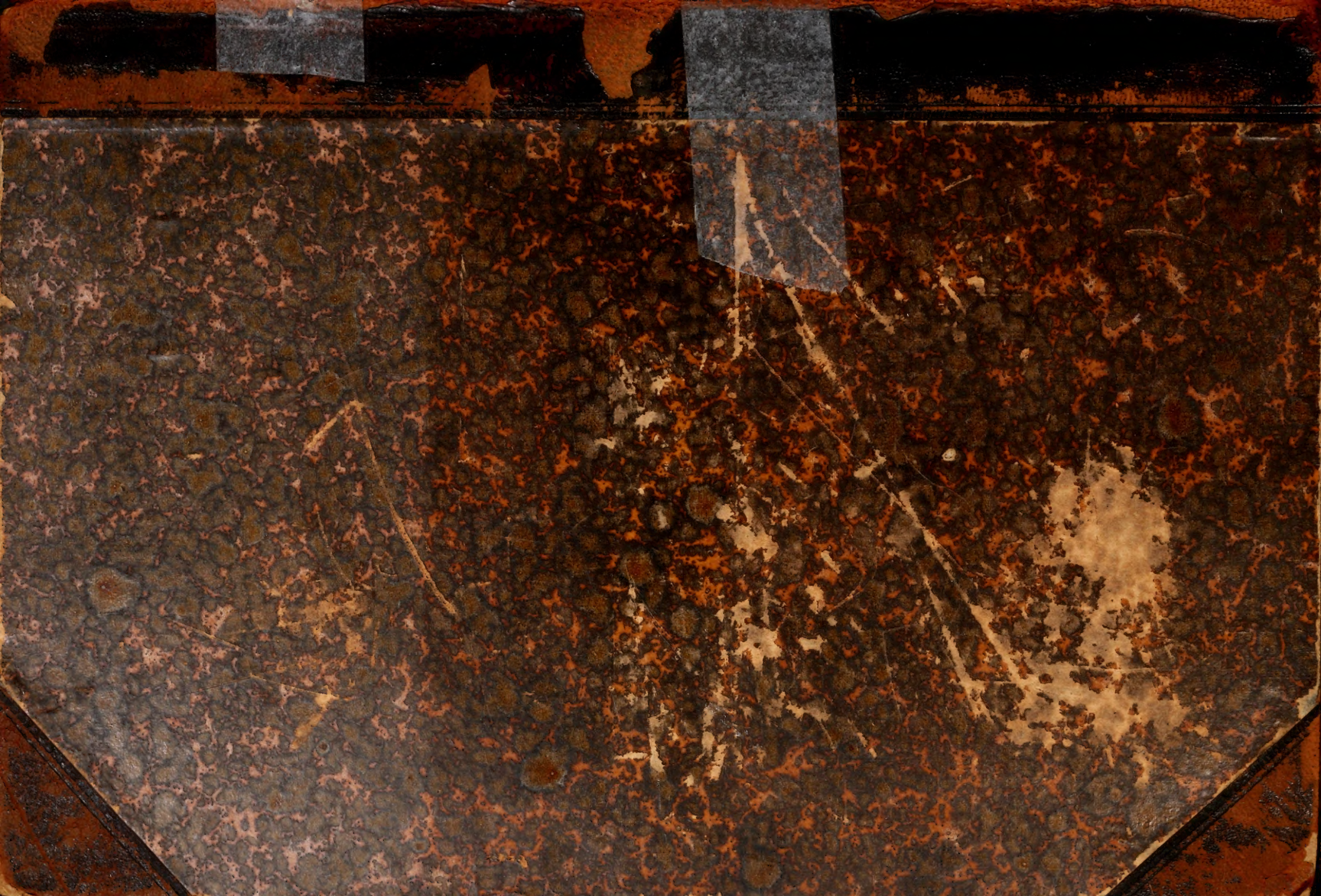


Fig. 3.

Karpinski ad nat. del.

Verlag von Eduard Besold, Erlangen.

Lith. Anst. v. C. Kurst, Leipzig.